

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-148274

(P2007-148274A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int. Cl.

G10L 21/04 (2006.01)

F I

G10L 21/04 130B

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-345961 (P2005-345961)  
 (22) 出願日 平成17年11月30日 (2005.11.30)

(71) 出願人 000003595  
 株式会社ケンウッド  
 東京都八王子市石川町2967番地3  
 (74) 代理人 110000121  
 アイアット国際特許業務法人  
 (74) 代理人 100110973  
 弁理士 長谷川 洋  
 (72) 発明者 大津 秀紀  
 東京都八王子市石川町2967-3 株式  
 会社ケンウッド内

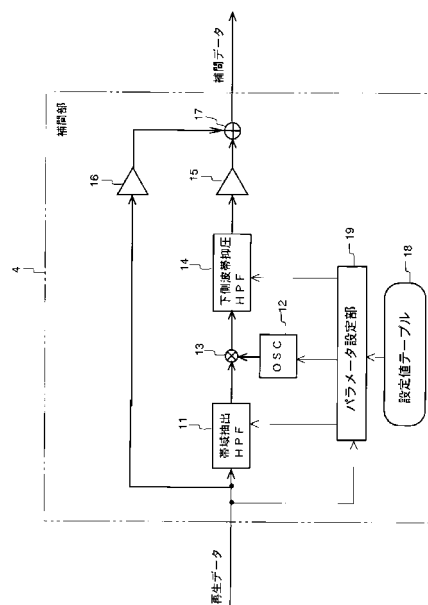
(54) 【発明の名称】 補間装置、音再生装置、補間方法および補間プログラム

(57) 【要約】

【課題】 処理負荷を軽減すること。

【解決手段】 補間装置 4 は、音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出する帯域抽出ハイパスフィルタ 11 と、帯域抽出ハイパスフィルタ 11 により抽出された周波数成分を周波数シフトする乗算器 13 と、乗算器 13 により周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧する下側波帯抑圧ハイパスフィルタ 14 と、再生データの周波数成分に、下側波帯抑圧ハイパスフィルタ 14 による抑圧後の周波数成分を加算する加算器 17 と、を有する。

【選択図】 図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出する帯域抽出ハイパスフィルタと、

上記帯域抽出ハイパスフィルタにより抽出された周波数成分を周波数シフトする乗算器と、

上記乗算器により周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧する下側波帯抑圧ハイパスフィルタと、

上記再生データの周波数成分に、上記下側波帯抑圧ハイパスフィルタによる抑圧後の周波数成分を加算する加算器と、

を有することを特徴とする補間装置。

10

**【請求項 2】**

前記帯域抽出ハイパスフィルタおよび前記下側波帯抑圧ハイパスフィルタは、IIRフィルタで構成され、且つ、

前記加算器には、前記帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される前記再生データが、遅延されることなく供給されること、

を特徴とする請求項 1 記載の補間装置。

**【請求項 3】**

前記帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される前記再生データの再生上限周波数に応じた設定値を記憶する設定値テーブルと、

前記帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される前記再生データの再生上限周波数を特定する特定手段と、

前記設定値テーブルから、上記特定手段により特定された再生上限周波数に対応付けられた設定値を読み込み、前記帯域抽出ハイパスフィルタの所定の下限周波数、前記乗算器による周波数のシフト幅、および前記下側波帯抑圧ハイパスフィルタが抑圧する周波数成分を設定する設定手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の補間装置。

20

**【請求項 4】**

前記帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される前記再生データの再生上限周波数の範囲毎の設定値を記憶する設定値テーブルと、

前記帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される前記再生データの再生上限周波数を特定する特定手段と、

前記設定値テーブルから、上記特定手段により特定された再生上限周波数を含む範囲の設定値を読み込み、前記帯域抽出ハイパスフィルタの所定の下限周波数、前記乗算器による周波数のシフト幅、および前記下側波帯抑圧ハイパスフィルタが抑圧する周波数成分を設定する設定手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の補間装置。

30

**【請求項 5】**

前記設定値テーブルにおける再生データの再生上限周波数の範囲は、8 kHz 以上において、8 kHz 以上 10 kHz 未満、10 kHz 以上 12 kHz 未満、12 kHz 以上 14 kHz 未満、14 kHz 以上 17 kHz 未満、17 kHz 以上であることを特徴とする請求項 4 記載の補間装置。

40

**【請求項 6】**

請求項 1 または 2 記載の補間装置と、

ナイキスト周波数より低い再生上限周波数の再生データを前記補間装置へ供給するデコーダと、

を有することを特徴とする音再生装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 または 2 記載の補間装置と、

高周波成分を取り除くように不可逆圧縮された再生データから、前記補間装置へ供給す

50

る前記再生データを生成するデコーダと、  
を有することを特徴とする音再生装置。

【請求項 8】

音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出するステップと、

上記抽出された周波数成分を周波数シフトするステップと、

上記周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧するステップと、

上記再生データの周波数成分に、上記抑圧後の周波数成分を加算するステップと、

を有することを特徴とする補間方法。

10

【請求項 9】

コンピュータに、

音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出するステップと、

上記抽出された周波数成分を周波数シフトするステップと、

上記周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧するステップと、

上記再生データの周波数成分に、上記抑圧後の周波数成分を加算するステップと、

を実行させることを特徴とする補間プログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、補間装置、音再生装置、補間方法および補間プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、信号補間装置を開示する。この信号補間装置は、補間される対象である被補間信号のうち第 1 の帯域内の成分を抽出するフィルタと、フィルタが抽出した第 1 の帯域内の成分を、被補間信号が占める帯域より高周波側の第 2 の帯域へと周波数変換することにより補間用成分を生成する周波数変換部と、被補間信号と周波数変換部が生成した補間用成分との和を表す出力信号を生成する加算部と、を有する。

30

【0003】

このような補間処理により、特許文献 1 の信号補間装置は、原音成分と調和のとれた成分を補間し、たとえばノイズ成分を補間する場合などに比べてより高音質の音となるように周波数成分を補間することができる。

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 171588 号公報（特許請求の範囲、発明の詳細な説明、図面など）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 の信号補間装置では、上述したフィルタとしての可変 B P F（バンドパスフィルタ）の他にも、良好な補間成分を生成するために、可変 H P F（ハイパスフィルタ）が必要である。そのため、補間成分を生成する処理に必要なフィルタの総次数は、どうしても大きくなってしまふ。その結果、信号補間装置の処理負荷は、一定以上軽くはできなかつたり、被補間信号と補間用成分との位相を合わせるために被補間信号を遅延させる遅延部を必要としたりしている。

40

【0006】

本願発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、音波形信号をデジタルデータ化した再生データは、そのデジタル化により高域が既に帯域制限されていることに強く思い至り、この事実を好適に利用することでフィルタの総次数を削減できることを見出し、本発明を完成す

50

るに至った。

【0007】

本発明は、処理負荷を軽減することができる補間装置、音再生装置、補間方法および補間プログラムを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る補間装置は、音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出する帯域抽出ハイパスフィルタと、帯域抽出ハイパスフィルタにより抽出された周波数成分を周波数シフトする乗算器と、乗算器により周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧する下側波帯抑圧ハイパスフィルタと、再生データの周波数成分に、下側波帯抑圧ハイパスフィルタによる抑圧後の周波数成分を加算する加算器と、を有するものである。

10

【0009】

本発明に係る補間装置は、上述した発明の構成に加えて、帯域抽出ハイパスフィルタおよび下側波帯抑圧ハイパスフィルタは、IIRフィルタで構成され、且つ、加算器には、帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される再生データが、遅延されることなく供給されるものである。

【0010】

本発明に係る補間装置は、上述した発明の各構成に加えて、帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される再生データの再生上限周波数に応じた設定値を記憶する設定値テーブルと、帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される再生データの再生上限周波数を特定する特定手段と、設定値テーブルから、特定手段により特定された再生上限周波数に対応付けられた設定値を読み込み、帯域抽出ハイパスフィルタの所定の下限周波数、乗算器による周波数のシフト幅、および下側波帯抑圧ハイパスフィルタが抑圧する周波数成分を設定する設定手段と、を有するものである。

20

【0011】

本発明に係る補間装置は、上述した発明の各構成に加えて、帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される再生データの再生上限周波数の範囲毎の設定値を記憶する設定値テーブルと、帯域抽出ハイパスフィルタへ供給される再生データの再生上限周波数を特定する特定手段と、設定値テーブルから、特定手段により特定された再生上限周波数を含む範囲の設定値を読み込み、帯域抽出ハイパスフィルタの所定の下限周波数、乗算器による周波数のシフト幅、および下側波帯抑圧ハイパスフィルタが抑圧する周波数成分を設定する設定手段と、を有するものである。

30

【0012】

本発明に係る補間装置は、上述した発明の各構成に加えて、設定値テーブルにおける再生データの再生上限周波数の範囲が、8kHz以上において、8kHz以上10kHz未満、10kHz以上12kHz未満、12kHz以上14kHz未満、14kHz以上17kHz未満、17kHz以上であるものである。

【0013】

本発明に係る音再生装置は、上述した発明の各構成に係る補間装置と、ナイキスト周波数より低い再生上限周波数の再生データを補間装置へ供給するデコーダと、を有するものである。

40

【0014】

本発明に係る他の音再生装置は、上述した発明の各構成に係る補間装置と、高周波成分を取り除くように不可逆圧縮された再生データから、補間装置へ供給する再生データを生成するデコーダと、を有するものである。

【0015】

本発明に係る補間方法は、音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出するステップと、抽出された周波数成分を周波数シフトするステップと、周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧

50

するステップと、再生データの周波数成分に、抑圧後の周波数成分を加算するステップと、を有するものである。

【0016】

本発明に係る補間プログラムは、コンピュータに、音波形信号をデジタルデータ化した再生データから、所定の下限周波数以上の周波数成分を抽出するステップと、抽出された周波数成分を周波数シフトするステップと、周波数シフトされた周波数成分の中の、下側波帯の周波数成分を抑圧するステップと、再生データの周波数成分に、抑圧後の周波数成分を加算するステップと、を実行させるものである。

【発明の効果】

【0017】

本発明では、処理負荷を軽減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態に係る補間装置、音再生装置、補間方法および補間プログラムを、図面に基づいて説明する。なお、補間装置および補間プログラムは、音再生装置の構成の一部として説明する。補間方法は、音再生装置の動作の一部として説明する。

【0019】

図1は、本発明の実施の形態に係る音再生装置1を示すブロック図である。音再生装置1は、ハードディスクドライブ(HDD)2と、デコーダ3と、補間装置としての補間部4と、オーディオアンプ5と、スピーカ6と、を有し、音のデータに基づいて音を再生するものである。このように音再生装置1としては、たとえばポータブルオーディオプレーヤ、AV(Audio Visual)機器、カーオーディオシステム、カーナビゲーションシステム、CD、DVDなどの再生装置、携帯電話端末、PDAなどの携帯情報端末、音声出力機能を有するパーソナルコンピュータなどがある。

【0020】

ハードディスクドライブ2は、再生データ7を記憶する。

【0021】

再生データ7とは、スピーカ6やオーディオアンプ5に供給することができるアナログの音波形信号を、所定のサンプリング周波数に基づく周期でサンプリングした原音データや、その原音データを符号化したデータである。原音データには、たとえばリニアPCMデータがある。符号化には、不可逆に圧縮するものと、可逆に圧縮するものがある。

【0022】

原音データを符号化する方式としては、たとえばMP3(MPEG1 Audio Layer-3)形式によるものや、AAC(Advanced Audio Codec)形式によるものなどがある。これらの符号化方式では、原音データに含まれる高周波成分を取り除くように圧縮して符号化する。そのため、これらの符号化方式により圧縮された再生データ7を再生すると、その周波数成分の上限(以下、再生上限周波数と呼ぶ)は、ナイキスト周波数よりも低い周波数となる。原音データは、不可逆に圧縮される。再生データ7には、再生上限周波数とナイキスト周波数との間に、周波数成分が存在しない高周波無音帯域が存在する。

【0023】

デコーダ3は、再生データ7をデコードする。デコーダ3は、サンプリング周期毎に値が変化するデコードデータを生成する。

【0024】

図2は、図1中の補間部4を示すブロック図である。補間部4は、帯域抽出HPF(High Pass Filter:ハイパスフィルタ)11と、オシレータ(OSC)12と、乗算器13と、下側波帯抑圧HPF14と、補間成分アッテネータ15と、メインアッテネータ16と、加算器17と、を有する。

【0025】

なお、この図2に示すような補間部4は、図1に示すようにDSP(Digital

10

20

30

40

50

Signal Processor)チップ8の図示外の中央処理装置が図示外の信号補間プログラムを実行することで実現される。信号補間プログラムは、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)などのコンピュータ読取可能な記録媒体や、たとえばインターネット、電話通信網などの伝送媒体などにより、提供されたものであってもよい。また、補間部4は、DSPチップ8ではなく、マイクロコンピュータチップなどにおいて実現されてもよい。

【0026】

帯域抽出HPF11は、デコーダ3から補間部4へ供給される再生データ7から、設定された下限周波数以上の周波数成分を抽出する。

【0027】

帯域抽出HPF11は、たとえばIIR (Infinite duration Impulse Response) フィルタ、FIR (Finite duration Impulse Response) フィルタなどのデジタルフィルタにより実現することができる。これらのデジタルフィルタでは、再生データ7および出力データをその次数分で遅らせて保持する。そして、デジタルフィルタは、その保持する再生データ7、出力データおよび新たに入力される再生データ7を、設定された重み付けの割合で加減算することで、再生データ7から、設定された下限周波数以上の周波数成分を抽出する。

【0028】

この実施の形態において、帯域抽出HPF11は、2次のIIRフィルタとして構成されている。図3は、2次のデジタルフィルタの周波数特性曲線を示す図である。横軸は周波数であり、縦軸は減衰量である。曲線Aは、約1kHz以上の周波数成分を抽出するように設定された場合の、2次のハイパスフィルタの周波数特性曲線の一例である。曲線Bは、約1kHzを中心とした帯域の周波数成分を抽出するように設定された場合の、2次のバンドパスフィルタの周波数特性曲線の一例である。曲線Cは、約1kHzを中心とした帯域の周波数成分を抽出するように設定された場合の、ピークを有する帯域抽出特性を有する2次のバンドパスフィルタの周波数特性曲線の一例である。

【0029】

曲線Aと曲線Bとを比較すれば解るように、2次のハイパスフィルタは、同じ次数のバンドパスフィルタと比べて、低周波成分をより大きく抑制する。たとえば100kHzの周波数成分の2次のバンドパスフィルタによる抑制効果は、約-20dBである。これに対して、2次のハイパスフィルタは、約-40dBもの高い抑制効果を有する。2次のバンドパスフィルタにおいて2次のハイパスフィルタと同等の低周波成分の抑制効果を得ようとする、バンドパスフィルタの特性は、曲線Cに示すように中心周波数付近でピークをもつ、バンドパスフィルタとしては不適当な特性となってしまう。したがって、詳細は後述するが、本実施の形態では、遮断特性が急峻なハイパスフィルタを用いる。

【0030】

オシレータ12は、設定された一定の周波数で変化する波形信号をデジタル化したオシレータデータを生成する。なお、オシレータデータは、補間部4に供給される再生データ7と同期して変化する。

【0031】

乗算器13は、供給される2つのデータを乗算する。乗算器13には、帯域抽出HPF11により抽出された周波数成分のデータと、オシレータデータとが供給される。乗算器13は、たとえばこれらのデータ同士を乗算する。

【0032】

下側波帯抑圧HPF14は、乗算器13から供給される周波数成分のデータから、設定された下限周波数以上の周波数成分を抽出する。なお、下側波帯抑圧HPF14は、たとえばIIRフィルタ、FIRフィルタなどにより実現されればよい。この実施の形態の下側波帯抑圧HPF14は、たとえば2次のIIRフィルタであればよい。

【0033】

補間成分アッテネータ15およびメインアッテネータ16は、入力されるデータの振幅

10

20

30

40

50

を調整する。補間成分アッテネータ 15 には、下側波帯抑圧 H P F 14 により抑圧された周波数成分のデータが供給される。メインアッテネータ 16 には、デコーダ 3 から補間部 4 へ供給される再生データ 7 が供給される。

【 0 0 3 4 】

加算器 17 は、供給される 2 つのデータを加算する。加算器 17 には、補間成分アッテネータ 15 により振幅が調整された補間成分のデータと、メインアッテネータ 16 により振幅が調整された再生データ 7 とが供給される。

【 0 0 3 5 】

加算器 17 が生成する補間データは、図 1 中のオーディオアンプ 5 へ供給される。オーディオアンプ 5 は、補間データに基づいてアナログの音波形信号を生成し、スピーカ 6 へ出力する。このアナログの音波形信号の振幅は、補間データの値に追従して変化する。スピーカ 6 は、供給されるアナログの音波形信号により、音波を発生する。

10

【 0 0 3 6 】

図 2 に戻る。補間部 4 は、この他にも、設定値テーブル 18 と、特定手段および設定手段としてのパラメータ設定部 19 と、を有する。なお、設定値テーブル 18 は、D S P チップ 8 やマイクロコンピュータチップの図示外の記憶部に記憶されればよい。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、設定値テーブル 18 のテーブル内容を示す説明図である。設定値テーブル 18 は、複数の設定値を有する。各設定値は、帯域抽出 H P F 11 用の設定値と、オシレータ 12 用の設定値と、下側波帯抑圧 H P F 14 用の設定値とを有し、再生データ 7 の再生上限周波数と対応付けて記憶される。具体的には、設定値テーブル 18 は、8 k H z 以上の再生上限周波数を、8 k H z 以上且つ 10 k H z 未満の範囲と、10 k H z 以上且つ 12 k H z 未満の範囲と、12 k H z 以上且つ 14 k H z 未満の範囲と、14 k H z 以上且つ 17 k H z 未満の範囲と、17 k H z 以上の範囲との 5 つに範囲に分け、それぞれの周波数範囲毎に設定値を有する。このように補間部 4 に入力される再生データ 7 の再生上限周波数を範囲分けすることで、設定値テーブル 18 は、再生データ 7 の再生上限周波数毎に、個別の設定値を記憶しないで済む。

20

【 0 0 3 8 】

図 5 は、M P 3 形式に符号化された再生データ 7 の再生上限周波数のリストの一例である。図 5 には、32 k H z、44.1 k H z および 48 k H z の 3 種類のサンプリング周波数であって、32 ~ 320 k b p s のビットレートである再生データ 7 の再生上限周波数がリスト化されている。たとえば、サンプリング周波数 32 k H z 且つビットレート 112 k b p s の再生データ 7 の再生上限周波数は、12 k H z である。この再生データ 7 は、ナイキスト周波数が 16 k H z であるのに対して、0 から 12 k H z までの周波数成分を有する。このように M P 3 形式で不可逆に圧縮すると、再生データ 7 の再生上限周波数は、ナイキスト周波数より低くなる。

30

【 0 0 3 9 】

この図 5 のリストにおいて、小数第一桁を四捨五入して再生上限周波数が 8 k H z 以上となる再生データ 7 は、13 種類ある。したがって、設定値テーブル 18 が再生データ 7 の再生上限周波数毎に個別の設定値を有する場合には、設定値テーブル 18 には、13 組の設定値の組合せを記憶させる必要がある。これに対して、図 4 に示すように 5 段階に分けることで、設定値テーブル 18 には、5 組の設定値の組合せを記憶させればよい。設定値テーブル 18 が記憶する設定値の組合せは、半分以下とすることができる。

40

【 0 0 4 0 】

パラメータ設定部 19 は、設定値テーブル 18 から 1 つの組合せの設定値を選択して読み込む。パラメータ設定部 19 は、その選択して読み込んだ設定値により、帯域抽出 H P F 11、オシレータ 12 および下側波帯抑圧 H P F 14 に対する設定処理を実行する。

【 0 0 4 1 】

次に、以上の構成を有する音再生装置 1 の動作を説明する。

【 0 0 4 2 】

50

デコーダ 3 は、ハードディスクドライブ 2 から再生データ 7 を読み込む。なお、デコーダ 3 は、たとえば、音再生装置 1 の図示外の入力キーの操作などに基づいて選択した楽曲の再生データ 7 を、ハードディスクドライブ 2 から読み込むようにすればよい。

**【 0 0 4 3 】**

また、デコーダ 3 は、読み込んだ再生データ 7 をデコードする。デコーダ 3 は、サンプリング周期毎に値が変化するデコードデータを生成する。デコーダ 3 は、生成したデコードデータを補間部 4 へ供給する。

**【 0 0 4 4 】**

補間部 4 にデコードデータが供給されると、パラメータ設定部 1 9 は、供給されるデコードデータを解析し、その再生上限周波数を特定する。なお、パラメータ設定部 1 9 は、デコードデータとは別にデコーダ 3 からデコードされた再生データ 7 に関する情報を取得し、その取得情報に基づいて再生上限周波数を特定するようにしてもよい。この場合、パラメータ設定部 1 9 は、たとえば図 5 に示すような再生上限周波数リストを有し、取得した情報でこのリストを検索し、取得情報と合致するものあるいは最も近いものの再生上限周波数をリストから選択するようにすればよい。

10

**【 0 0 4 5 】**

補間部 4 に供給されたデコードデータの再生上限周波数を特定した後、パラメータ設定部 1 9 は、図 4 の設定値テーブル 1 8 を参照する。そして、パラメータ設定部 1 9 は、設定値テーブル 1 8 から、特定した再生上限周波数を含む範囲に対応付けられた設定値を読み込む。たとえば特定した再生上限周波数が 1 3 k H z である場合、パラメータ設定部 1 9 は、図 4 の設定値テーブル 1 8 の上から三行目の設定値を読み込む。

20

**【 0 0 4 6 】**

設定値テーブル 1 8 から設定値を読み込んだ後、パラメータ設定部 1 9 は、その設定値を用いて、帯域抽出 H P F 1 1、オシレータ 1 2 および下側波帯抑圧 H P F 1 4 に対する設定処理を実行する。パラメータ設定部 1 9 は、具体的には、帯域抽出 H P F 1 1 の所定の下限周波数、乗算器 1 3 による周波数のシフト幅、下側波帯抑圧 H P F 1 4 が抑圧する周波数成分などを設定する。

**【 0 0 4 7 】**

パラメータ設定部 1 9 により設定値が設定されると、補間部 4 は、その設定に基づく補間処理を開始する。図 6 は、補間部 4 における周波数分布の変化を模式的に示す図である。図 6 ( A ) は、補間部 4 へ供給されるデコードデータの周波数分布である。デコードデータの再生上限周波数は、ナイキスト周波数より低い。図 6 ( B ) は、帯域抽出 H P F 1 1 が生成するデータの周波数分布である。図 6 ( C ) は、乗算器 1 3 が生成するデータの周波数分布である。図 6 ( D ) は、下側波帯抑圧 H P F 1 4 が生成するデータの周波数分布である。図 6 ( E ) は、加算器 1 7 が生成するデータの周波数分布である。図 6 の各周波数分布において、横軸は周波数であり、縦軸は強度である。

30

**【 0 0 4 8 】**

帯域抽出 H P F 1 1 は、補間部 4 へ供給されるデコードデータから、設定された下限周波数以上の周波数成分を抽出する。これにより、図 6 ( A ) の周波数分布を有するデコードデータから、図 6 ( B ) に示す周波数分布を有するデータが生成される。

40

**【 0 0 4 9 】**

オシレータ 1 2 は、設定された一定の周波数で変化するオシレータデータを生成する。乗算器 1 3 は、帯域抽出 H P F 1 1 により抽出された図 6 ( B ) の周波数成分を有するデータと、オシレータデータとを乗算する。乗算器 1 3 は、具体的には、図 6 ( B ) の周波数成分を有するデータの振幅を、オシレータデータにより変調する。

**【 0 0 5 0 】**

このような乗算器 1 3 の乗算処理により、図 6 ( C ) に示す周波数分布を有するデータが生成される。図 6 ( C ) の周波数分布では、オシレータデータの変調周波数を中心に、2 つの周波数分布が対称に現われている。変調周波数より周波数が低い分布を下側波帯とよび、変調周波数より周波数が高い分布を上側波帯とよぶ。上側波帯は、図 6 ( B ) の周

50



波数分布と同じ分布を有する。上側波帯は、図 6 ( B ) の周波数分布を、高周波側へシフトした周波数分布になる。周波数シフトの幅は、オシレータ 1 2 の変調周波数に相当する周波数幅である。また、下側波帯は、図 6 ( B ) の周波数分布を、図 6 の左右の向きで裏返した分布を有する。

【 0 0 5 1 】

乗算器 1 3 により生成された図 6 ( C ) の周波数分布のデータは、下側波帯抑圧 H P F 1 4 へ供給される。下側波帯抑圧 H P F 1 4 は、乗算器 1 3 から供給される周波数成分のデータから、設定された下限周波数以上の周波数成分を抽出する。これにより、図 6 ( D ) に示す周波数分布を有するデータが生成される。

【 0 0 5 2 】

下側波帯抑圧 H P F 1 4 が生成した図 6 ( D ) に示す周波数分布のデータは、補間成分アッテネータ 1 5 へ供給される。また、メインアッテネータ 1 6 には、デコーダ 3 から補間部 4 へ供給されるデコードデータが供給される。補間成分アッテネータ 1 5 およびメインアッテネータ 1 6 は、入力されるデータの振幅を調整して加算器 1 7 へ供給する。

10

【 0 0 5 3 】

加算器 1 7 は、補間成分アッテネータ 1 5 から供給されるデータと、メインアッテネータ 1 6 から供給されるデータとを加算する。これにより、下側波帯抑圧 H P F 1 4 が生成したデータの周波数成分と、デコーダ 3 から補間部 4 へ供給されるデコードデータの周波数成分とが加算される。これにより、図 6 ( E ) に示す周波数分布を有するデータが生成される。

20

【 0 0 5 4 】

加算器 1 7 が生成した図 6 ( E ) に示す周波数分布を有するデータは、補間部 4 が生成した補間データとしてオーディオアンプ 5 へ供給される。オーディオアンプ 5 は、補間データに基づいてアナログの音波形信号を生成し、スピーカ 6 へ出力する。スピーカ 6 は、供給されるアナログの音波形信号により、音波を発生する。スピーカ 6 からは、補間データの値の変化に追従して変化する音波が出力される。

【 0 0 5 5 】

以上のように、この実施の形態によれば、補間部 4 は、それに供給されるデコードデータに高周波成分を補間した補間データを生成する。

【 0 0 5 6 】

また、高周波成分を取り除くように不可逆圧縮された再生データ 7 の再生上限周波数は、そのナイキスト周波数より低い。再生上限周波数とナイキスト周波数との間には、周波数成分が存在しない高周波無音帯域が存在する。再生データ 7 の周波数成分に基づく高周波成分は、その無音帯域に補間される。

30

【 0 0 5 7 】

したがって、加算器 1 7 において原音に加算される周波数成分は、再生データ 7 の周波数成分を周波数シフトしたただけのものであり、不要な雑音成分が混ざっていないクリアなものとなる。この補間部 4 を採用する音再生装置 1 は、高周波成分が再生データ 7 に基づく成分により補間された補間データに基づいて、高周波ひずみの少ない良好な波形の音波形信号を生成することができる。スピーカ 6 から出力される音波は、高周波ひずみの少ない良好な音質となる。たとえばノイズ内分などを補間する場合に比べて、再生データ 7 との調和のとれた違和感の生じない音となるように補間することができる。

40

【 0 0 5 8 】

特に、この実施の形態では、乗算器 1 3 の振幅変調処理による周波数シフトにより発生する下側波帯の高周波寄りの部位の周波数成分は、帯域抽出 H P F 1 1 を使用することにより、図 6 ( C ) に示すように効果的に抑圧されている。したがって、下側波帯抑圧 H P F 1 4 として、次数が少ない軽い処理負荷のハイパスフィルタを採用しつつ、加算器 1 7 による加算後の補間データにおいて、この下側波帯の周波数成分が原音と混ざってしまわないようにすることができる。

【 0 0 5 9 】

50

ところで、図7に示すように、帯域抽出H P F 1 1の代わりに帯域抽出B P F 3 1を使用しても原音（補間部4へ供給されるデコードデータ）に基づく高周波成分を、原音の高周波側に補間することが可能である。図7は、帯域抽出B P F 3 1を使用する補間部4の構成を示すブロック図である。図7において、図1と同じ機能を有する構成要素は、同一の符号を付している。

#### 【0060】

しかしながら、図3に示すように、バンドパスフィルタの低周波成分の抑圧効果は、同じ次数のハイパスフィルタのものより低い。そのため、図6（B）において点線で示すように、2次のバンドパスフィルタによりフィルタリングした場合には、2次のハイパスフィルタによりフィルタリングした場合に比べて、低周波成分が十分に抑圧されない。その結果、2次のバンドパスフィルタによりフィルタリングした周波数成分を用いて、乗算器13で乗算処理をすると、図6（C）に点線として示すように、上側波帯の低周波側の部分および下側波帯の高周波側の部分の強度が2次のハイパスフィルタを用いた場合に比べて強くなってしまふ。

10

#### 【0061】

下側波帯などの不要な周波数成分は、その後の加算器17における加算処理により、原音（補間部4へ供給されるデコードデータ）の周波数成分と加算されないようにするのが望ましい。したがって、このように下側波帯の高周波側の部分の強度が大きくなってしまふと、その分、下側波帯をより効果的に抑圧するように、バンドパスフィルタには、より高次のものを使用しなければならない。

20

#### 【0062】

また、このように帯域抽出のためにバンドパスフィルタを使用した場合、その結果として下側波帯抑圧H P F 1 4の次数を大きくしなければならないことから、図7の帯域抽出B P F 3 1と下側波帯抑圧H P F 1 4との組合せの場合の総次数は、図1の帯域抽出H P F 1 1と下側波帯抑圧H P F 1 4との組合せの場合の総次数に比べて、大きくなってしまふ。この差は、最低でも2次程度になる。

#### 【0063】

また、帯域抽出B P F 3 1および下側波帯抑圧H P F 1 4のどちらか一方のフィルタにおいてF I Rフィルタを使用した場合、フィルタリング処理に起因して群遅延が発生してしまう。その群遅延による音の乱れを解消するためには、図7に示すように、メインアッテネータ16の前に遅延部32を設けなければならない。

30

#### 【0064】

これに対して、この実施の形態のように帯域抽出H P F 1 1と下側波帯抑圧H P F 1 4とを組合せる場合では、その両方にI I Rフィルタを使用し、且つ、その総次数をこの実施の形態のようにたとえばI I Rの4次と少ない次数としたとしても、所定の帯域の周波数成分を好適に抽出するフィルタリング特性を得ることができる。しかも、その両方にI I Rフィルタを使用することで、群遅延は、発生しなくなる。メインアッテネータ16の前に遅延部を設ける必要はない。

#### 【0065】

また、この実施の形態では、デコードデータに加算される補間成分は、補間部へ供給されるデコードデータの再生上限周波数に応じたものとなっている。その結果、補間部へ供給されるデコードデータの周波数成分を損なわないように補間成分を加算することができる。

40

#### 【0066】

しかも、設定値テーブル18は、補間部へ供給されるデコードデータの再生上限周波数を複数の範囲に分け、その範囲毎に設定値を記憶する。これにより、設定値テーブル18は、補間するすべての再生データ7に対応させて、多数の設定値を記憶する必要はない。補間可能な再生データ7の種類を減らすことなく、設定値テーブル18が記憶する設定値の数を減らすことができる。

#### 【0067】

50

特に、この実施の形態では、8 kHz以上の再生上限周波数については、8 kHz以上10 kHz未満、10 kHz以上12 kHz未満、12 kHz以上14 kHz未満、14 kHz以上17 kHz未満、17 kHz以上との5つの範囲に分けた設定値としている。このような範囲分けにより、各範囲での補間処理後の再生音において、違和感を生じさせてしまうことはない。

【0068】

以上の実施の形態は、本発明の好適な実施の形態の例であるが、本発明は、これに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変形、変更が可能である。

【0069】

たとえば上記実施の形態では、メインアッテネータ16には、補間部4へのデコードデータが直接供給されている。この他にもたとえば、メインアッテネータ16の前に遅延部を設けるようにしてもよい。

【0070】

上記実施の形態では、帯域抽出HPF11を用いたが、これは所定の周波数以下の周波数成分を減衰させる特性を有していればよく、からなずしも完全な「抽出」をする特性ではなくてもよい。

【0071】

上記実施の形態では、パラメータ設定部19は、補間部4に供給されるデコードデータのサンプリング周波数やビットレートに応じて、設定を行っている。この他にもたとえば、パラメータ設定部19は、補間部へ供給されるデコードデータが楽曲データであるか否かに応じた設定を行ったり、楽曲の種類に応じた設定を行ったりするようにしてもよい。楽曲種類に関する情報は、たとえば再生データ7に関連付けられるタグデータから取得することができる。

【0072】

上記実施の形態では、デコーダ3は、音再生装置1内のハードディスクドライブ2に記憶される再生データ7から、補間部4へ供給するデコードデータを生成している。この他にもたとえば、デコーダ3は、通信回線などを介して取得した再生データ7から、補間部4へ供給するデコードデータを生成するようにしてもよい。

【0073】

上記実施の形態では、補間部4には、デコーダ3が生成したデコードデータが供給されている。この他にもたとえば、電子楽器、FMラジオ、AMラジオ、テレビジョン受像機、AV機器などから、音波形信号をデジタル化したデータが供給されるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明は、音を再生するポータブルハードディスクプレーヤなどに利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る音再生装置を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1中の補間部を示すブロック図である。

【図3】図3は、2次のデジタルフィルタの周波数特性曲線を示す図である。

【図4】図4は、設定値テーブルのテーブル内容を示す説明図である。

【図5】図5は、MP3形式に符号化された再生データの再生上限周波数のリストの一例である。

【図6】図6は、補間部における周波数分布の変化を模式的に示す図である。

【図7】図7は、帯域抽出BPFを使用する補間部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0076】

10

20

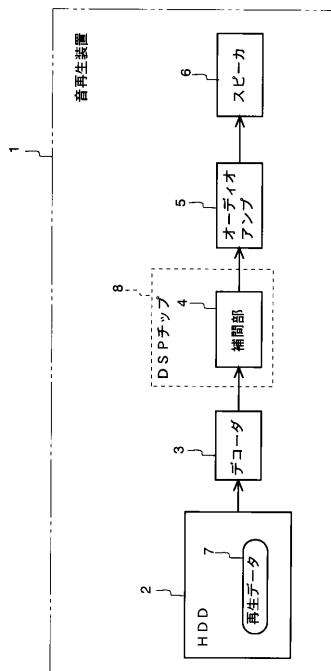
30

40

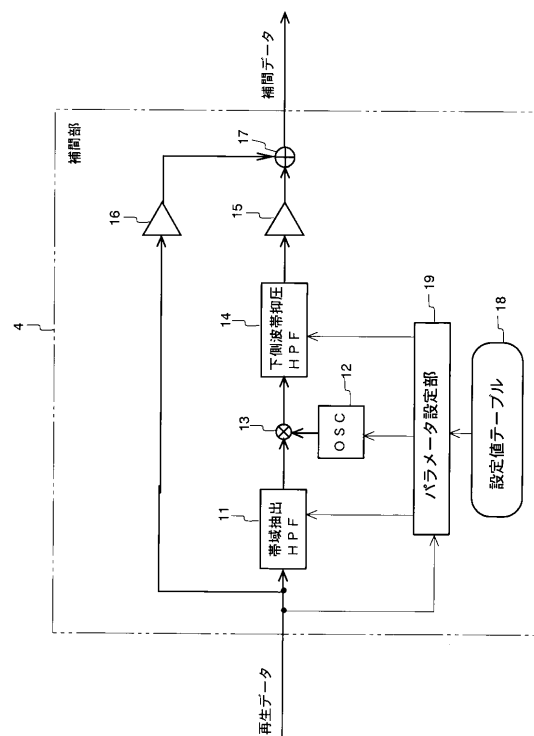
50

- 1 音再生装置
- 3 デコーダ
- 4 補間部 (補間装置)
- 11 帯域抽出 H P F (帯域抽出ハイパスフィルタ)
- 13 乗算器
- 14 下側波帯抑圧 H P F (下側波帯抑圧ハイパスフィルタ)
- 17 加算器
- 18 設定値テーブル
- 19 パラメータ設定部 (特定手段、設定手段)

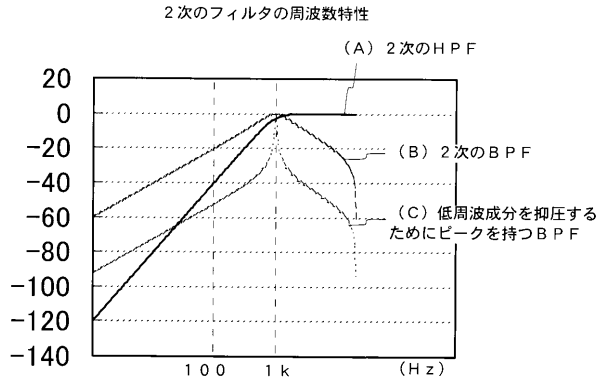
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



【 図 5 】

MP3の場合の再生上限周波数リスト

単位: kHz

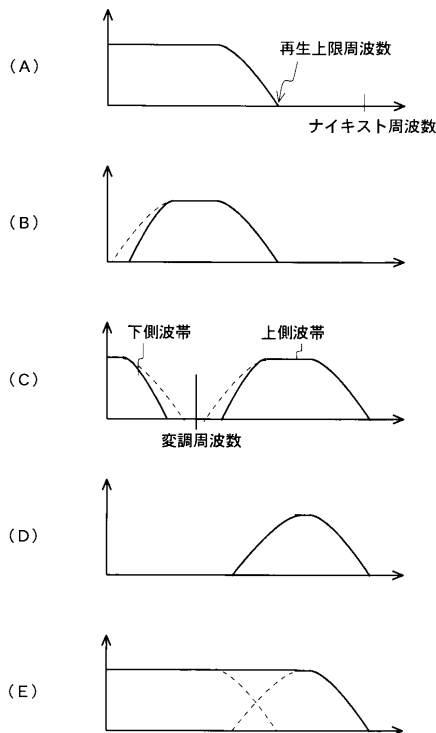
ビットレート (kbps)	サンプリング周波数 fs (kHz)		
	32	44.1	48
320	12	20	19
256	12	20	19
224	12	20	19
192	12	20	19
160	12	20	18
128	12	15.5	16.5
112	12	15	16.5
96	12	15	16
80	12	13	15
64	10.5	10	7.5
56	8.5	5	7.5
48	6	5	5
40	5	2	2
32	3.5	2	2

【 図 4 】

再生データの再生上限周波数範囲別の設定値テーブル

入力信号の上限周波数範囲 (以上-未満)kHz	設定値
8-10	帯域抽出HPF用設定値、OSC用設定値、下側波帯抑圧HPF用設定値
10-12	帯域抽出HPF用設定値、OSC用設定値、下側波帯抑圧HPF用設定値
12-14	帯域抽出HPF用設定値、OSC用設定値、下側波帯抑圧HPF用設定値
14-17	帯域抽出HPF用設定値、OSC用設定値、下側波帯抑圧HPF用設定値
17-	帯域抽出HPF用設定値、OSC用設定値、下側波帯抑圧HPF用設定値

【 図 6 】



【 図 7 】

