

(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2006-324786
(P2006-324786A)

(43) 公開日 平成18年11月30日(2006.11.30)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 H04R 3/04 (2006.01) H04R 3/04 5D020
 H04R 3/00 (2006.01) H04R 3/00 310

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-144331 (P2005-144331)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成17年5月17日 (2005.5.17)	(74) 代理人	100098291 弁理士 小笠原 史朗
		(72) 発明者	加藤 直行 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		Fターム(参考)	5D020 AC01 CE02 CE03

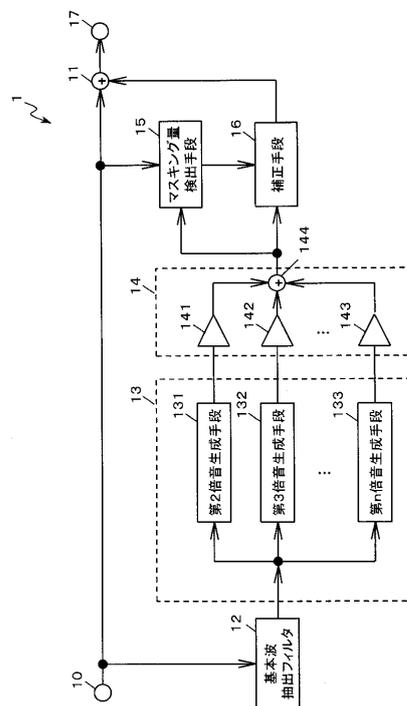
(54) 【発明の名称】 音響信号処理装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 倍音を付加することによって得られる低音感にばらつきがない再生が可能な音響信号処理装置およびその方法を提供する。

【解決手段】 基本波抽出フィルタ12は、入力端子10に入力された入力音響信号から基本波信号を抽出する。倍音生成手段13は、抽出された基本波信号の倍音信号を生成する。生成された各倍音信号は、ゲイン調整手段14においてゲインを調整されて合成される。マスキング量検出手段15は、ゲイン調整手段14において合成された合成信号と入力音響信号とに基づいて、所定帯域毎にマスキング量を検出する。補正手段16は、検出された所定帯域毎のマスキング量に基づいて、マスキング現象を抑制するように補正量を設定する。そして、当該補正量にしたがって、上記合成信号の周波数振幅特性を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力音響信号から基本波信号を抽出する抽出手段と、
前記抽出手段において抽出された基本波信号の倍音信号を複数種類生成し、当該複数種類の倍音信号が合成された信号を供給する供給手段と、
前記入力音響信号が各前記倍音信号をマスクするマスキング量を検出する検出手段と、
前記合成信号に含まれる各前記倍音信号のゲインが前記検出されたマスキング量に応じて大きくなるように当該合成信号を補正する補正手段と、
前記補正手段において補正された合成信号と前記入力音響信号とを加算する加算手段とを備える、音響信号処理装置。

10

【請求項 2】

前記検出手段は、前記供給手段において供給された合成信号と前記入力音響信号とに基づいて、前記マスキング量を所定周波数帯域毎に検出し、
前記補正手段は、前記合成信号に含まれる倍音信号毎に、倍音信号の周波数を含む所定周波数帯域について検出されたマスキング量に応じて当該倍音信号のゲインを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の音響信号処理装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、前記入力音響信号のレベルを前記マスキング量として検出し、
前記補正手段は、前記検出手段において検出された入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて前記合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の音響信号処理装置。

20

【請求項 4】

前記補正手段は、前記入力音響信号のレベルが所定レベル以上となる範囲内において、当該入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて前記合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする、請求項 3 に記載の音響信号処理装置。

【請求項 5】

前記補正手段は、前記入力音響信号のレベルが所定レベル以下となる範囲内において、当該入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて前記合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする、請求項 3 に記載の音響信号処理装置。

30

【請求項 6】

前記検出手段は、所定周波数帯域における入力音響信号のレベルを検出することを特徴とする、請求項 3 に記載の音響信号処理装置。

【請求項 7】

前記所定周波数帯域が前記各倍音信号の周波数を含む周波数帯域であることを特徴とする、請求項 6 に記載の音響信号処理装置。

【請求項 8】

入力音響信号から基本波信号を抽出する抽出ステップと、
前記抽出ステップにおいて抽出された基本波信号の倍音信号を複数種類生成し、当該複数種類の倍音信号が合成された信号を供給する供給ステップと、
前記入力音響信号が各前記倍音信号をマスクするマスキング量を検出する検出ステップと、
前記合成信号に含まれる各前記倍音信号のゲインが前記検出されたマスキング量に応じて大きくなるように当該合成信号を補正する補正ステップと、
前記補正ステップにおいて補正された合成信号と前記入力音響信号とを加算する加算ステップとを含む、音響信号処理方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、音響信号処理装置およびその方法に関し、より特定的には、低音域に属する基本波の倍音を音響信号に付加することによって、再生音における低音感の向上を図る音響信号処理装置およびその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に小型スピーカでは、低音の再生が困難である。そこで従来において、再生困難な低音に代えて、その倍音を再生させる方法が提案されている（例えば特許文献1参照1）。以下、図12を参照して、従来音響信号処理装置9について説明する。図12は、従来音響信号処理装置9の構成を示すブロック図である。

10

【0003】

図12において、音響信号処理装置9は、入力端子90、加算器91、基本波抽出フィルタ92、倍音生成手段93、ゲイン調整手段94および出力端子95を備える。入力端子90には、音響信号が入力される。入力端子90に入力された音響信号は、2系統に分岐する。1系統目においては、音響信号の全成分が加算器91の一方の入力部に入力される。2系統目においては、音響信号の全成分が基本波抽出フィルタ92に入力される。

【0004】

基本波抽出フィルタ92は、予め設定された特性をもつローパスフィルタおよびバンドパスフィルタなどで構成される。基本波抽出フィルタ92は、その予め設定された特性に基づいて、入力信号の全成分の中から基本波を成分とする信号（以下、基本波信号という）を抽出する。抽出された基本波信号は、倍音生成手段93に入力される。

20

【0005】

倍音生成手段93は、第2倍音生成手段931、第3倍音生成手段932、...、第n（nは2以上の自然数）倍音生成手段933を備える。第2倍音生成手段931は、入力された基本波信号の第2倍音信号を生成する。第3倍音生成手段932は、入力された基本波信号の第3倍音信号を生成する。つまり、i（iは2からnまでの任意の自然数）を用いて表現すれば、第i倍音生成手段は、入力された基本波信号の第i倍音信号を生成することとなる。生成された各倍音信号のゲインは、基本波信号と同じゲインである。そして、各倍音信号はゲイン調整手段94に入力される。なお、基本波信号の周波数（以下、基本周波数という）のn倍の周波数である倍音信号を、第n倍音信号と呼ぶとする。

30

【0006】

ここで、倍音信号を生成する方法はいくつか存在する。そのうち、ゼロクロス法について図13を参照して説明する。図13は、ゼロクロス法による倍音信号の生成方法を模式的に示す図である。以下、基本波信号を図13(a)に示す正弦波として考える。

【0007】

図13(a)に示す正弦波の波形において、信号レベルが正から負へ、あるいは負から正へ変化する点をゼロクロス点とする。ここでは、負から正へのゼロクロス点を点P1、点P2および点P3とする。第2倍音信号を生成する場合には、ゼロクロス点区間（区間P1-P2、区間P2-P3）において、時間軸方向について元の波形（基本波信号の波形）を1/2に圧縮する。そして、その1/2に圧縮した波形を2回繰り返して再生する。その結果、図13(b)に示すように、生成される信号は周波数が2倍の信号となる。他次数の倍音（第3倍音、第4倍音、...、第n倍音）信号についても上記方法で生成される。つまり、第n倍音信号は、上記ゼロクロス点区間において、時間軸方向について基本波信号の波形を1/nに圧縮し、n回繰り返して再生することで生成される。

40

【0008】

ゲイン調整手段94は、第2倍音ゲイン調整手段941、第3倍音ゲイン調整手段942、...、第n倍音ゲイン調整手段943および加算器944を備える。ゲイン調整手段94は、入力された各倍音信号が予め設定された倍音構成「第2倍音、第3倍音、...、第n倍音 = x2 (dB)、x3 (dB)、...、xn (dB)」となるように、当該各倍音信号のゲインを調整する。なお、x2 ~ xnは整数とする。加算器944は、ゲインが調整さ

50

れた各倍音信号を1つの信号に加算合成する。加算合成された信号は、加算器91の他方の入力部に入力される。加算器91は、加算器944において加算合成された信号と1系統目の音響信号とを加算合成して、出力端子95へ出力する。出力端子95から出力される信号は、最終的にスピーカで再生される。

【0009】

このように、音響信号に倍音を付加した再生を行うと、バーチャル・ピッチ効果と呼ばれる聴覚現象が生じる。この聴覚現象によって、基本波信号があたかも再生されているように聞こえる。つまり、従来の音響信号処理装置では、使用するスピーカが低音再生の困難な小型スピーカであっても、スピーカの再生帯域を変化させることなく低音感の向上を図ることができる。

10

【特許文献1】特開2004-101797号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ここで、原音（音響信号の再生音）と倍音の聞こえ方について考える。上述の聴覚現象は、倍音がユーザに聞こえることで生じる。しかしながら、例えば音量の観点から見ると、実際には、原音の音量が大きいとき、倍音は聞き取りにくくなる。逆に、原音の音量が小さければ、倍音が聞き取りやすくなる。これは、原音が倍音をマスクしているために起こる現象である。つまり、原音をマスキング、倍音をマスキングとしたマスキング現象（周波数的な現象および時間的な現象を含む）が起こっている。周波数的なマスキング現象においては、例えば、マスキングの周波数がマスキングの周波数と近いほど、マスキングによってマスクされる量（以下、マスキング量という）が大きいという定性的な性質がある。また、マスキングの音量が大きいほど、マスキングによるマスキング量が大きいという性質もある。したがって、例えば原音の音量が大きいときには、倍音は原音によって大きくマスクされ、聞き取りにくくなる。このように、上記従来の音響信号処理装置では、マスキング現象によって倍音の聞き取りやすさが変化し、上記低音感にばらつきが生じるという問題があった。

20

【0011】

それ故に、本発明の目的は、倍音を付加して得られる低音感にばらつきがない再生が可能な音響信号処理装置およびその方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

第1の発明は、入力音響信号から基本波信号を抽出する抽出手段と、抽出手段において抽出された基本波信号の倍音信号を複数種類生成し、当該複数種類の倍音信号が合成された信号を供給する供給手段と、入力音響信号が各倍音信号をマスクするマスキング量を検出する検出手段と、合成信号に含まれる各倍音信号のゲインが検出されたマスキング量に応じて大きくなるように、当該合成信号を補正する補正手段と、補正手段において補正された合成信号と入力音響信号とを加算する加算手段とを備える、音響信号処理装置である。

【0013】

第2の発明は、上記第1の発明において、検出手段は、供給手段において供給された合成信号と入力音響信号とに基づいて、マスキング量を所定周波数帯域毎に検出し、補正手段は、前記合成信号に含まれる倍音信号毎に、倍音信号の周波数を含む所定周波数帯域について検出されたマスキング量に応じて当該倍音信号のゲインを補正することを特徴とする。

40

【0014】

第3の発明は、上記第1の発明において、検出手段は、入力音響信号のレベルをマスキング量として検出し、補正手段は、検出手段において検出された入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする。

50

【0015】

第4の発明は、上記第3の発明において、補正手段は、入力音響信号のレベルが所定レベル以上となる範囲内において、当該入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする。

【0016】

第5の発明は、上記第3の発明において、補正手段は、入力音響信号のレベルが所定レベル以下となる範囲内において、当該入力音響信号のレベルが大きくなるにつれて合成信号のゲインが大きくなるように当該合成信号のゲインを補正することを特徴とする。

【0017】

第6の発明は、上記第3の発明において、検出手段は、所定周波数帯域における入力音響信号のレベルを検出することを特徴とする。 10

【0018】

第7の発明は、上記第6の発明において、所定周波数帯域が各倍音信号の周波数を含む周波数帯域であることを特徴とする。

【0019】

第8の発明は、入力音響信号から基本波信号を抽出する抽出ステップと、抽出ステップにおいて抽出された基本波信号の倍音信号を複数種類生成し、当該複数種類の倍音信号が合成された信号を供給する供給ステップと、入力音響信号が各倍音信号をマスクするマスク量を検出する検出ステップと、合成信号に含まれる各倍音信号のゲインが検出されたマスク量に応じて大きくなるように、当該合成信号を補正する補正ステップと、補正ステップにおいて補正された合成信号と入力音響信号とを加算する加算ステップとを含む、音響信号処理方法である。 20

【発明の効果】

【0020】

上記第1の発明によれば、検出されたマスク量に応じて各倍音信号のゲインが大きくなるように合成信号を補正することで、入力音響信号が各倍音信号をマスクする現象（マスク現象）を抑制することができる。これにより、倍音を付加することによって得られる低音感にばらつきがない再生を実現することができる。

【0021】

上記第2の発明によれば、各倍音信号のゲインを個別に補正することが可能となる。つまり、複数種類ある倍音信号のうち、例えば1種類の倍音信号の周波数を含む所定周波数帯域のみマスク量が大きいとき、その1種類の倍音信号のゲインのみを大きくする補正が可能となる。これにより、実際のマスク現象にしたがった、より自然な、低音感にばらつきがない再生を実現することができる。 30

【0022】

上記第3の発明によれば、入力音響信号のレベルを検出し、当該入力音響信号のレベルに応じて合成信号のゲインを補正する。すなわち、入力音響信号のレベルをマスク量として等価的に扱って合成信号のゲインを補正する。これにより、実際のマスク量を検出するための複雑な回路が不要となり、より簡易で、より小規模な装置を提供することができる。 40

【0023】

上記第4の発明によれば、入力音響信号のレベルが所定レベル以上となる範囲内において、合成信号の補正が行われる。これにより、例えば所定レベルを装置の安定的な動作電圧などに設定することで、より安定的な補正を行うことができる。

【0024】

上記第5の発明によれば、入力音響信号のレベルが所定レベルより大きな範囲内において、合成信号のゲインが過大になることを防ぐことができる。つまり、各倍音信号が過大出力されることを防ぐことができる。

【0025】

上記第6の発明によれば、合成信号の補正に対して所定周波数帯域の重み付けが可能と 50

なり、より効率的にマスキング現象を抑制する補正を行うことができる。

【0026】

上記第7の発明によれば、マスカ（入力音響信号）とマスキ（各倍音信号）の周波数が近いほどマスキング量が大きいというマスキング現象の性質に即した補正を行うことができる。その結果、より効率的にマスキング現象を抑制することができる。

【0027】

上記第8の発明は、上記第1の発明と同様の効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

（第1の実施形態）

以下、図1を参照して、第1の実施形態に係る音響信号処理装置について説明する。図1は、第1の実施形態に係る音響信号処理装置1の構成を示すブロック図である。図1において、音響信号処理装置1は、入力端子10、加算器11、基本波抽出フィルタ12、倍音生成手段13、ゲイン調整手段14、マスキング量検出手段15、補正手段16、および出力端子17を備える。

10

【0029】

入力端子10には、音響信号が入力される。入力された音響信号は、加算器11の一方の入力部、基本波抽出フィルタ12、およびマスキング量検出手段15にそれぞれ入力される。

【0030】

基本波抽出フィルタ12は、予め設定された特性をもつローパスフィルタまたはバンドパスフィルタなどで構成される。基本波抽出フィルタ12は、その予め設定された特性に基づいて、音響信号の全成分の中から低音域に属する基本波信号を抽出する。抽出された基本波信号は、倍音生成手段13に入力される。なお、抽出される基本波信号の周波数帯域は、所望の低音が含まれる帯域である。つまり、倍音信号によって疑似再生させる低音の周波数帯域である。

20

【0031】

倍音生成手段13は、第2倍音生成手段131、第3倍音生成手段132、...、および第 n （ n は2以上の自然数）倍音生成手段133を備える。第2倍音生成手段131は、入力された基本波信号の第2倍音信号を生成する。第3倍音生成手段132は、入力された基本波信号の第3倍音信号を生成する。つまり、 i （ i は2から n までの任意の自然数）を用いて表現すれば、第 i 倍音生成手段は、入力された基本波信号の第 i 倍音信号を生成することとなる。第2～第 n 倍音信号のゲインは、基本波信号のゲインと同じである。そして、第2～第 n 倍音信号は、ゲイン調整手段14に入力される。なお、倍音信号の生成方法としては、例えば上述したゼロクロス法を用いる。

30

【0032】

ゲイン調整手段14は、第2倍音ゲイン調整手段141、第3倍音ゲイン調整手段142、...、第 n 倍音ゲイン調整手段143、および加算器144を備える。ゲイン調整手段14は、入力された各倍音信号が予め設定された倍音構成「第2倍音、第3倍音、...、第 n 倍音 = x_2 (dB)、 x_3 (dB)、...、 x_n (dB)」となるように、当該各倍音信号のゲインを調整する。なお、 $x_2 \sim x_n$ は整数とする。具体的には、ゲイン調整手段14は、所定の調整量で各倍音信号のゲインを調整する。所定の調整量とは、倍音信号毎に予め設定されたゲインの調整量である。各倍音信号は、ゲイン調整手段14において所定の調整量でゲインを調整されることで、上記倍音構成となる。例えば、倍音生成手段13において第2～第4倍音信号が生成されるとする。また、基本波信号のゲインを「0 dB」とし、予め設定された倍音構成を「第2倍音、第3倍音、第4倍音 = 0 (dB)、-3 (dB)、-6 (dB)」とする。この場合、ゲイン調整手段14に入力される第2～第4倍音信号のゲインは、基本波信号のゲインと同じである。つまり、第2～第4倍音信号のゲインは「0 (dB)」である。したがって、第2～第4倍音信号が予め設定された倍音構成となるためには、各倍音信号を所定の調整量「第2倍音、第3倍音、第4倍音 = 0

40

50

(dB)、-3(dB)、-6(dB)」でゲイン調整すればよい。ゲインが調整された各倍音信号は、加算器144において1つの信号に加算合成される。加算合成された各倍音信号の合成信号は、マスキング量検出手段15および補正手段16に入力される。

【0033】

マスキング量検出手段15は、入力端子10に入力された音響信号と各倍音信号の合成信号とに基づいて、音響信号によるマスキング量(音響信号が倍音信号をマスクする量)を検出する。なお、音響信号がマスキングであり、倍音信号がマスキングである。マスキング量検出手段15は、図2に示すように、音響信号分析手段151、倍音信号分析手段152、および帯域別マスキング量検出手段153を備える。図2は、マスキング量検出手段15の内部構成例を示すブロック図である。

10

【0034】

図2において、音響信号分析手段151は、入力端子10から入力される音響信号のレベルを所定の周波数帯域(以下、所定帯域という)毎に分析する。音響信号分析手段151による分析の結果を示す情報(分析情報)は、帯域別マスキング量検出手段153に入力される。なお、所定帯域は、例えば臨界帯域とする。臨界帯域とは、人間の聴覚特性に基づいた周波数帯域である。具体的に言えば、個々の信号音が聴感上識別できず、個々の信号音の大きさが加算されて聞こえる周波数帯域である。倍音信号分析手段152には、ゲイン調整手段14から合成信号が入力される。倍音信号分析手段152は、合成信号に含まれる各倍音信号のレベルを所定帯域毎に分析する。倍音信号分析手段152による分析結果を示す分析情報は、帯域別マスキング量検出手段153に入力される。なお、音響信号分析手段151および倍音信号分析手段152における分析方法としては、例えばFFT(高速フーリエ変換)により周波数振幅特性を求めた後に、信号レベルとして、上記所定帯域毎にその帯域内の信号のパワーを算出する方法がある。また例えば、上記所定帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタを通過させた後、信号レベルとして、その出力された信号のパワーを測定する方法などもある。

20

【0035】

帯域別マスキング量検出手段153は、音響信号分析手段151および倍音信号分析手段152において分析された各分析情報に基づいて、所定帯域毎にマスキング量を検出する。なお、所定帯域のマスキング量は、当該所定帯域と同じ帯域において分析された各分析情報に基づいて検出される。検出された情報は、補正手段16に入力される。マスキング量を検出する方法としては、2つの代表的な方法が知られている。第1の検出方法としては、帯域性雑音と純音とによるマスキング量を検出する方法が挙げられる。この場合には、音響信号を帯域性雑音と、倍音信号を純音とそれぞれ仮定する。第2の検出方法としては、純音同士によるマスキング量を検出する方法が挙げられる。この場合には、音響信号および倍音信号をととも純音と仮定する。このように、上記各検出方法によって、マスキング量が検出される。なお、マスキング量は、上記検出方法以外の他の検出方法を用いて検出されてもよい。

30

【0036】

補正手段16は、マスキング量検出手段15において検出された所定帯域毎のマスキング量に基づいて、各倍音信号のゲインが大きくなるように、ゲイン調整手段14から入力された合成信号の周波数振幅特性を補正する。なお、当該合成信号は、上述したように各倍音信号が加算合成された信号である。したがって、合成信号の周波数振幅特性を補正することで、各倍音信号のゲインをそれぞれ個別に補正することができる。補正手段16は、図3に示すように、補正量設定手段161および周波数振幅特性補正手段162を備える。図3は、補正手段16の内部構成例を示すブロック図である。

40

【0037】

図3において、補正量設定手段161は、検出された所定帯域毎のマスキング量に基づいて、音響信号によるマスキング現象を抑制するように補正量を設定する。なお、当該補正量は、所定帯域毎に設定される。ここで、補正量の設定例について説明する。例えば所定帯域「100Hz~200Hz」においてマスキング量が「+6dB」と検出されたと

50

する。マスキング量が「+6 dB」ということは、再生段階において音響信号が倍音信号を「+6 dB」マスクするということである。したがって、この音響信号によるマスキング現象を抑制するには、所定帯域「100 Hz ~ 200 Hz」内にある倍音信号のゲインを例えば「+6 dB」増幅させればよい。つまり、当該所定帯域においては、補正量を「+6 dB」と設定すればよい。このように、補正量設定手段161は、所定帯域毎のマスキング量に基づいて、所定帯域毎に補正量を設定する。なお、上記数値例では、マスキング量「+6 dB」に対して補正量「+6 dB」として、マスキング量を完全に打ち消すように設定したがこれに限定されない。上記補正量がマスキング量を完全に打ち消さない値に設定されても一定の効果を有する。

【0038】

周波数振幅特性補正手段162は、補正量設定手段161において設定された所定帯域毎の補正量にしたがって、倍音信号生成手段13から入力された各倍音信号の合成信号の周波数振幅特性を補正する。ここで、合成信号の周波数振幅特性を補正する方法についての一例を説明する。周波数振幅特性補正手段162に倍音信号生成手段13から合成信号が入力される。入力された合成信号は、FFTによって所定時間幅で切り出され、周波数振幅特性に変換される。そして、合成信号の周波数振幅特性は、所定帯域毎の補正量にしたがって、重み付けされる。つまり、各倍音信号は、それぞれに対応するマスキング量に基づいたゲインで増幅される。重み付けされた合成信号は、逆FFTによって、再び時間特性に変換される。このように、周波数振幅特性補正手段162は、所定帯域毎の補正量にしたがって、合成信号の周波数振幅特性を補正する。なお、周波数振幅特性を補正する

10

20

【0039】

補正手段16において補正された合成信号は、加算器11の他方の入力部に入力される。加算器11は、合成信号と入力端子10から入力された音響信号とを加算合成して、出力端子17へ出力する。出力端子17から出力された信号は、最終的にスピーカで再生される。

【0040】

次に、図4に示すフローチャートを参照して、本実施形態に係る音響信号処理装置1の動作の流れについて説明する。図4は、本実施形態に係る音響信号処理装置1の動作の流れを示すフローチャートである。

30

【0041】

まず、入力端子10に音響信号が入力される(ステップS1)。基本波抽出フィルタ12において入力音響信号から基本波信号が抽出される(ステップS2)。以下、ステップS3~S7の処理説明のために、例えば基本波抽出フィルタ12のフィルタを通過した全信号のうち、周波数が基本周波数である信号の1波分を基本波信号と呼ぶ。倍音生成手段13において、ステップS2で抽出された基本波信号の第2~第n倍音信号が生成される(ステップS3)。ゲイン調整手段14において、ステップS3で生成された各倍音信号がゲイン調整され、その後、合成される(ステップS4)。マスキング量検出手段15において、ステップS1で入力された入力音響信号とステップS4で合成された合成信号とに基づいて、所定帯域毎にマスキング量が検出される(ステップS5)。補正手段16において、ステップS5で検出されたマスキング量に基づいて、入力音響信号によるマスキング現象を抑制するように、所定帯域毎に補正量が設定される(ステップS6)。そして、ステップS6において設定された補正量にしたがって、各倍音信号の合成信号における周波数振幅特性が補正される(ステップS7)。ステップS7の次にステップS8において、ステップS2において抽出された全ての基本波信号について、ステップS3~S7の処理が完了していれば、図4に示す処理を終了する。全ての基本波信号についてステップS3~S7の処理をしていなければ、ステップS3~S7の処理へ進む。以上、音響信号処理装置1の処理の流れについての説明を終了する。

40

50

【0042】

ここで、ステップS5～S7の処理について、数値例を挙げて、より具体的に説明する。ステップS5において検出されたマスキング量が、所定帯域「100Hz～200Hz」において「+6dB」とする。また、ステップS6において、当該所定帯域における補正量が「+6dB」と設定されるとする。以下、周波数が「120Hz」である第2倍音信号について考えるとする。第2倍音信号の周波数「120Hz」は、所定帯域「100Hz～200Hz」内の周波数である。したがって、第2倍音信号は、音響信号によって、「+6dB」マスクされる。しかしながら、ステップS6において、上記所定帯域の補正量が「+6dB」と設定されている。したがって、ステップS7において、合成信号の周波数振幅特性が補正されて、第2倍音信号のゲインが補正量「+6dB」の分だけ増幅される。これにより、音響信号によって「+6dB」マスクされても、第2倍音信号が聴感上聞こえにくくなることを回避できる。つまり、音響信号によるマスキング現象を抑制することができる。

10

【0043】

以上のように、本実施形態では、音響信号をマスキャーとし、倍音信号をマスキャーとして所定帯域毎のマスキング量を検出する。そして、当該マスキング量に基づいて、合成信号の周波数振幅特性を補正する。これにより、音響信号の再生音によるマスキング現象を抑制することができる。その結果、倍音を付加することによって得られる低音感にばらつきがない再生を実現することができる。また、本実施形態では、合成信号の周波数振幅特性を補正することで、当該合成信号に含まれる各倍音信号のゲインを個別に補正することができる。つまり、周波数変化するマスキング量に対応した補正を行うことができる。これにより、より自然に低音感にばらつきがない再生を実現することができる。

20

【0044】

なお、上述の倍音生成手段13では、ゼロクロス法を用いて倍音を生成するとしたが、これ以外の他の方法を用いてもよい。それらの方法は、適切な変形によって、本発明に適用することが可能である。

【0045】

(第2の実施形態)

以下、図5を参照して、第2の実施形態に係る音響信号処理装置について説明する。図5は、第2の実施形態に係る音響信号処理装置2の構成を示すブロック図である。マスキング現象においては、上述したようにマスキャーのレベルが大きいほどマスキング量も大きいという定性的な性質がある。第2の実施形態では、この定性的性質を利用して、マスキャーである音響信号のレベルをマスキング量として等価的に扱い、各倍音信号を補正する。つまり、第2の実施形態では、等価的なマスキング量として、音響信号のレベルを検出する点で第1の実施形態と大きく異なる。以下、異なる点を中心に説明する。

30

【0046】

図5において、音響信号処理装置2は、入力端子10、加算器11、基本波抽出フィルタ12、倍音生成手段13、ゲイン調整手段14、マスキング量検出手段25、補正手段26、および出力端子17を備える。なお、図5において、入力端子10、加算器11、基本波抽出フィルタ12、倍音生成手段13、ゲイン調整手段14、および出力端子17は、上述した第1の実施形態と同様であるため、同一の符号を付し、説明を省略する。

40

【0047】

図5において、マスキング量検出手段25には、入力端子10に入力された音響信号が入力される。マスキング量検出手段25は、当該音響信号に基づいて、等価的なマスキング量、つまり音響信号のレベルを検出する。マスキング量検出手段25は、図6に示すように、絶対値化回路251、ピークホールド回路252、時定数回路253、およびレベル検出回路254を備える。図6は、マスキング量検出手段25の内部構成例を示すブロック図である。

【0048】

図6において、絶対値化回路251は、例えば全波整流回路で構成される。そして、入

50

力された音響信号のレベルを絶対値化する。ピークホールド回路252は、絶対値化された音響信号レベルのピークを検出する。時定数回路253は、例えばCR回路で構成される。そして、ピークホールド回路252において検出された音響信号レベルのピークを平滑化する。レベル検出回路254は、時定数回路253によって平滑化された音響信号のレベルを検出する。このように、本実施形態では、等価的なマスキング量として音響信号のレベルを検出している。

【0049】

図5において、補正手段26は、所定の補正カーブを有するイコライザで構成される。また、補正手段26は、マスキング量検出手段25において検出された音響信号のレベル情報を入力とする。補正手段26は、所定の補正カーブにしたがって、ゲイン調整手段14から入力された合成信号のゲインを増幅する補正を行う。この増幅分のゲインは、所定の補正カーブと音響信号レベルとで決まるゲインである。なお、第1の実施形態においては、合成信号の周波数振幅特性を補正したが、本実施形態においては、合成信号自体のゲインを補正する。つまり、合成信号に含まれる各倍音信号は、一律のゲインで補正される。補正カーブの一例を図7に示す。図7は、補正カーブの一例を示す図である。図7において、実線が補正カーブ(補正後の合成信号のゲインカーブ)を示し、点線が補正前の合成信号のゲインを示す。図7に示す補正カーブによれば、合成信号のゲインは、音響信号レベルが大きくなるにつれて大きくなる。このような補正カーブを有するイコライザによって、音響信号レベルが大きいときには、合成信号のゲインが大きくなる。これにより、マスキングのレベルが大きいほどマスキング量も大きいという定性的な性質に即した補正を行うことが可能となり、音響信号レベルをマスキング量として等価的に扱うことができる。

【0050】

以上のように、本実施形態では、音響信号レベルを等価的なマスキング量として補正を行っている。これにより、本実施形態では、第1の実施形態と比べて、実際のマスキング量を検出するための複雑な回路が不要である。そのため、本実施形態に係る音響信号処理装置は、より簡易で、より小規模な構成で実現することができる。

【0051】

なお、上述したマスキング量検出手段25は、図8に示すように、フィルタ250をさらに備えていてもよい。図8は、フィルタ250をさらに備えたマスキング量検出手段25の内部構成例を示すブロック図である。フィルタ250は、例えばバンドパスフィルタなどで構成される。そして、フィルタ250は音響信号の全周波数帯域のうち、所定周波数帯域を選択的に通過させる。マスキング量検出手段25においては、フィルタ250によって選択された所定周波数帯域の音響信号レベルが検出される。これにより、合成信号の補正に対して、所定周波数帯域の重み付けをすることができる。例えば、マスキング現象においては、上述したように、マスキングとマスキューの周波数が近いほど、マスキング量が大きいう性質がある。したがって、例えばフィルタ250において、生成された各倍音信号が含まれる周波数帯域の音響信号を通過させると設定してもよい。これにより、上記定性的性質に即した、より効果的な補正を行うことができる。また、音声信号を含む信号(例えば音楽や映画など)では、一般的に音声信号レベルが他の信号より大きい。つまり、音声信号によるマスキング量が大きいう場合が多い。したがって、フィルタ250において、音声信号が含まれる周波数帯域(例えば、200Hz~4kHzの周波数帯域)の音響信号を通過させると設定してもよい。これにより、音声信号を含む信号に対して、より効果的な補正を行うことができる。このように、所定周波数帯域の重み付けを行うことで、実際のマスキング量が周波数変化する場合であっても、マスキング量が大きいう周波数帯域を選択して、補正することができる。その結果、より効率的にマスキング現象を抑制することができる。

【0052】

また、上述した補正手段26は、図9に示すように、基本波抽出フィルタ12の出力と倍音生成手段13の入力との間に設けられてもよい。図9は、第2の実施形態に係る音響

信号処理装置 2 の他の構成例を示すブロック図である。このとき、補正手段 26 は、上述した合成信号と同様の補正方法で基本波信号のゲインを補正する。補正手段 26 は、合成信号のゲインを基本波信号の段階で補正している。また、上述した補正手段 26 において、図 7 に示す補正カーブを有するとしたが、図 10 および図 11 に示す補正カーブを有していてもよい。図 10 および図 11 は、補正カーブの他の例を示す図である。図 10 に示す補正カーブにおいて、P1 のレベルは、装置を安定的に動作させることが可能なスレッシュホールド・レベル（閾値）である。つまり、図 10 に示す補正カーブを用いれば、スレッシュホールド・レベル以上において、合成信号のゲインが補正される。これにより、当該補正動作をより安定的に行うことができる。また、図 11 に示す補正カーブは、P2 のレベル以上では、補正するゲイン量は増加せず一定となる。このように、補正するゲイン量に上限（P2）を設けることで、合成信号、つまり各倍音信号のレベルが過大になることを防ぐことができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明は、音響信号処理装置およびその方法に関し、音響信号に倍音信号を付加することで低音感の向上を図ることが可能な擬似低音再生装置、オーディオ機器等にも適用される。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】第 1 の実施形態に係る音響信号処理装置 1 の構成を示すブロック図

20

【図 2】マスキング量検出手段 15 の内部構成例を示すブロック図

【図 3】補正手段 16 の内部構成例を示すブロック図

【図 4】本実施形態に係る音響信号処理装置 1 の動作の流れを示すフローチャート

【図 5】第 2 の実施形態に係る音響信号処理装置 2 の構成の一例を示すブロック図

【図 6】マスキング量検出手段 25 の内部構成例を示すブロック図

【図 7】補正カーブの一例を示す図

【図 8】フィルタ 250 をさらに備えたマスキング量検出手段 25 の内部構成例を示すブロック図

【図 9】第 2 の実施形態に係る音響信号処理装置 2 の他の構成例を示すブロック図

【図 10】補正カーブの他の例を示す図

30

【図 11】補正カーブの他の例を示す図

【図 12】従来 of 音響信号処理装置 9 の構成を示すブロック図

【図 13】ゼロクロス法による倍音信号の生成方法を模式的に示す図

【符号の説明】

【0055】

1、2 音響信号処理装置

10 入力端子

11、144 加算器

12 基本波抽出フィルタ

13 倍音生成手段

40

14 ゲイン調整手段

15、25 マスキング量検出手段

16、26 補正手段

17 出力端子

131 第 2 倍音生成手段

132 第 3 倍音生成手段

133 第 n 倍音生成手段

141 第 2 倍音ゲイン調整手段

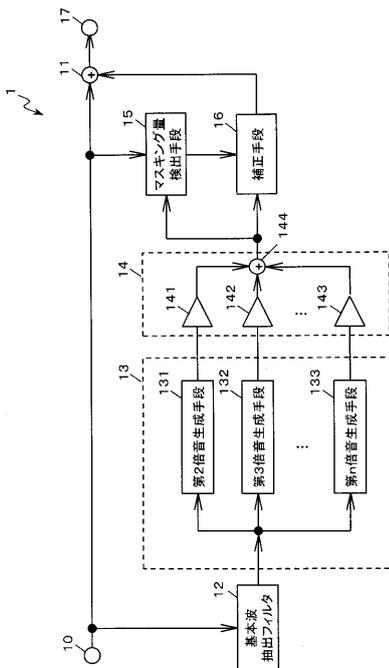
142 第 3 倍音ゲイン調整手段

143 第 n 倍音ゲイン調整手段

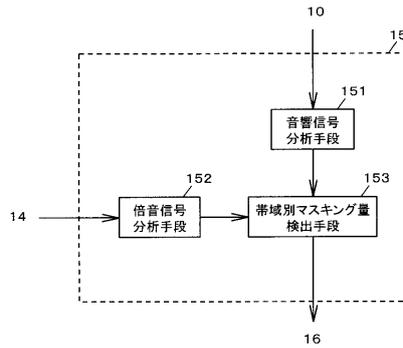
50

- 1 5 1 音響信号分析手段
- 1 5 2 倍音信号分析手段
- 1 5 3 帯域別マスクング量検出手段
- 1 6 1 補正量設定手段
- 1 6 2 周波数振幅特性補正手段
- 2 5 0 フィルタ
- 2 5 1 絶対値化回路
- 2 5 2 ピークホールド回路
- 2 5 3 時定数回路
- 2 5 4 レベル検出回路

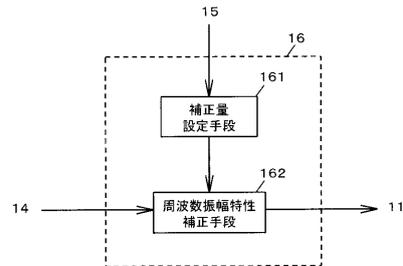
【図1】



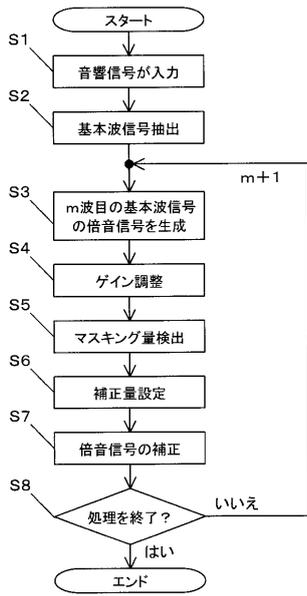
【図2】



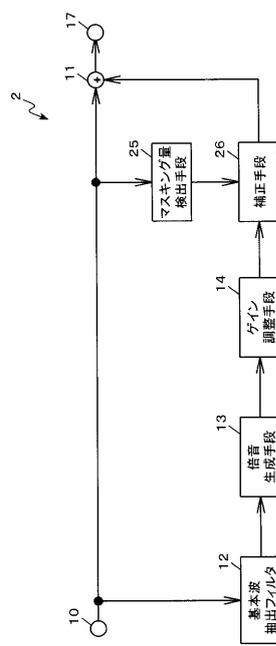
【図3】



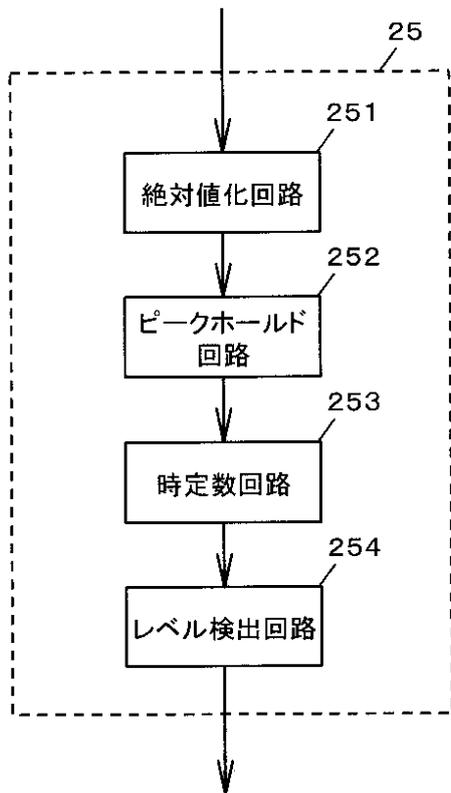
【 図 4 】



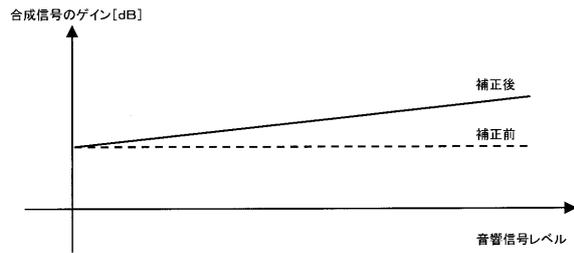
【 図 5 】



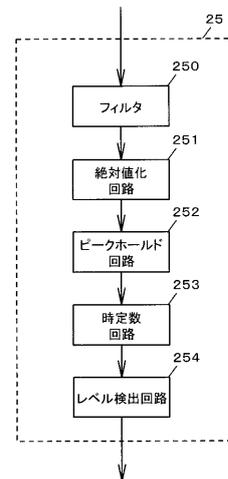
【 図 6 】



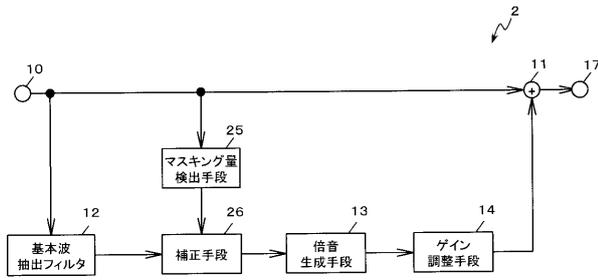
【 図 7 】



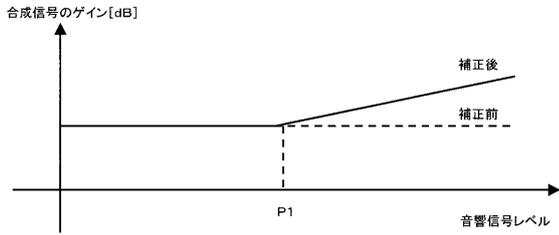
【 図 8 】



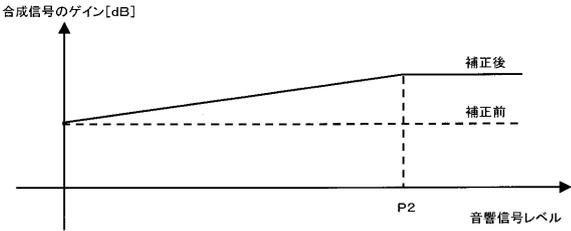
【 図 9 】



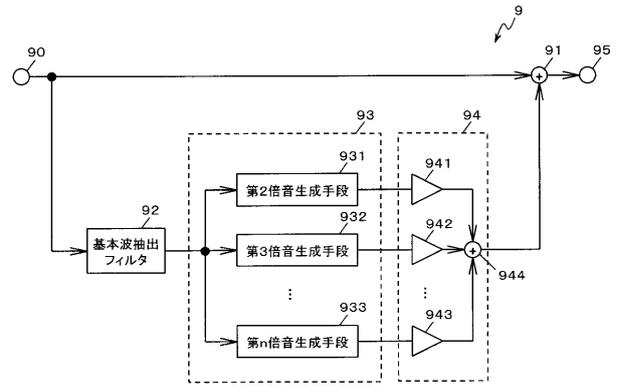
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】

