

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4983433号

(P4983433)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.	F 1
H 0 3 G 5/02 (2006. 01)	H 0 3 G 5/02 C
H 0 4 R 3/04 (2006. 01)	H 0 4 R 3/04

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2007-166001 (P2007-166001)	(73) 特許権者	000004075
(22) 出願日	平成19年6月25日 (2007. 6. 25)		ヤマハ株式会社
(65) 公開番号	特開2009-5224 (P2009-5224A)		静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号
(43) 公開日	平成21年1月8日 (2009. 1. 8)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成22年4月21日 (2010. 4. 21)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(72) 発明者	劉 恩彩
			静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号 ヤマ
			ハ株式会社内
		審査官	儀同 孝信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低音増強装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音声信号から低域信号を抽出する低域信号抽出手段と、

前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号を累乗することにより、前記低域信号の倍音成分を含み、基本波の位相が前記低域信号と逆相の倍音信号を発生する倍音発生手段と、

前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号のレベルが前記倍音発生手段から発生された前記倍音信号の前記基本波のレベルと同レベルになるように、前記倍音発生手段と連動させて前記低域信号のレベルを調整するレベル調整手段と、

前記倍音発生手段によって発生された前記倍音信号と、前記レベル調整手段によってレベルが調整された前記低域信号とを加算する第 1 の信号加算手段と、

前記第 1 の信号加算手段から出力された信号と前記音声信号とを加算する第 2 の信号加算手段と、

を備えたことを特徴とする低音増強装置。

【請求項 2】

音声信号から低域信号を抽出する低域信号抽出手段と、

前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号を累乗することにより、前記低域信号の倍音成分を含み、基本波の位相が前記低域信号と同相の倍音信号を発生する倍音発生手段と、

前記倍音発生手段によって発生された前記倍音信号の基本波の位相を前記低域信号と逆

10

20

相になるように調整する位相調整手段と、

前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号のレベルが前記倍音発生手段から発生された前記倍音信号の前記基本波のレベルと同レベルになるように、前記倍音発生手段と連動させて前記低域信号のレベルを調整するレベル調整手段と、

前記位相調整手段によって基本波の位相が調整された前記倍音信号と、前記レベル調整手段によってレベルが調整された前記低域信号とを加算する第1の信号加算手段と、

前記第1の信号加算手段から出力された信号と前記音声信号とを加算する第2の信号加算手段と、

を備えたことを特徴とする低音増強装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音声信号に含まれる低域信号を増強する低音増強装置に関する。

【背景技術】

【0002】

オーディオ機器の小型化が進み、特にスピーカの大きさの制約から十分な低域再生ができないという問題があった。この問題を解決する方法として、聴覚心理学を利用して、低域信号の倍音を追加することで、低音が強調されたように感じさせるという方法がある。例えば、特許文献1には、信号を累乗することにより発生した倍音を追加する技術が記載されている。

【特許文献1】特許第3462590号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、信号を累乗することによって生成した倍音を追加する方法では、倍音に含まれる基本波成分のレベルが元の信号の累乗に比例するため、大音量時に不必要な増幅が発生するという問題があった。

【0004】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであって、基本波成分の不必要な増幅を抑えつつ低域信号の増幅を実現することができる低音増強装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、音声信号から低域信号を抽出する低域信号抽出手段と、前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号を累乗することにより、前記低域信号の倍音成分を含み、基本波の位相が前記低域信号と逆相の倍音信号を発生する倍音発生手段と、前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号のレベルが前記倍音発生手段から発生された前記倍音信号の前記基本波のレベルと同レベルになるように、前記倍音発生手段と連動させて前記低域信号のレベルを調整するレベル調整手段と、前記倍音発生手段によって発生された前記倍音信号と、前記レベル調整手段によってレベルが調整された前記低域信号とを加算する第1の信号加算手段と、前記第1の信号加算手段から出力された信号と前記音声信号とを加算する第2の信号加算手段と、を備えたことを特徴とする低音増強装置である。

【0006】

また、本発明は、音声信号から低域信号を抽出する低域信号抽出手段と、前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号を累乗することにより、前記低域信号の倍音成分を含み、基本波の位相が前記低域信号と同相の倍音信号を発生する倍音発生手段と、前記倍音発生手段によって発生された前記倍音信号の基本波の位相を前記低域信号と逆相になるように調整する位相調整手段と、前記低域信号抽出手段によって抽出された前記低域信号のレベルが前記倍音発生手段から発生された前記倍音信号の前記基本波のレベルと同

10

20

30

40

50

レベルになるように、前記倍音発生手段と連動させて前記低域信号のレベルを調整するレベル調整手段と、前記位相調整手段によって基本波の位相が調整された前記倍音信号と、前記レベル調整手段によってレベルが調整された前記低域信号とを加算する第1の信号加算手段と、前記第1の信号加算手段から出力された信号と前記音声信号とを加算する第2の信号加算手段と、を備えたことを特徴とする低音増強装置である。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、低域信号中の基本波に対し、逆相の基本波を含む倍音信号を加算することによって、基本波成分の不必要な増幅を抑えつつ低域信号の増幅を実現することができるという効果が得られる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態による低音増強装置の構成を示している。LPF1（ローパスフィルタ）は音声信号100から、基本波の周波数を含む低域信号を抽出する。倍音発生部2は、LPF1から出力された低域信号101を累乗することにより、低域信号101の倍音成分を含み、基本波の位相が低域信号101と同相または逆相の倍音信号を発生する。位相調整部3は、倍音発生部2から出力された倍音信号102の基本波の位相を低域信号101と逆相になるように調整する。

【0009】

20

レベル調整部4は、低域信号101がフルスケールするとき、出力する低域信号104のレベルが倍音信号102の基本波のレベルと同レベルになるように、低域信号101のレベルを調整する。信号加算部5は、位相調整部3から出力された倍音信号103と、レベル調整部4から出力された低域信号104とを加算する。レベル調整部6は、信号加算部5から出力された信号105のレベルを必要に応じて調整する。このレベル調整部6を設けなくてもよい。信号加算部7は、レベル調整部6から出力された信号106と元の音声信号100とを加算し、倍音成分を含む音声信号107を出力する。

【0010】

レベル調整部4のゲインの設定は倍音発生部2の処理内容と連動する。例えば、低域信号101を $A \sin \omega t$ （Aは定数）とし、倍音発生部2が低域信号101の3乗により3倍音を発生するものとする。このとき、倍音信号102は $A^3 \sin^3 \omega t$ となり、以下の(1)式より倍音信号102の基本波成分は $(3/4)A^3$ となる。

30

【0011】

【数1】

$$A^3 \sin^3 \omega t = A^3 \left(\frac{3}{4} \sin \omega t - \frac{1}{4} \sin 3\omega t \right) \cdots (1)$$

【0012】

低音信号101がフルスケール（ $\equiv (A=1)$ ）のとき、倍音信号102の基本波成分は $3/4$ となるので、レベル調整部4のゲインの設定も $3/4$ とする。これと同様にして、倍音発生部2の処理内容に応じてレベル調整部4のゲインの設定を変更すればよい。また、このレベル調整部4のゲインとして、実験によって決められたゲインを用いてもよい。

40

【0013】

位相調整部3は例えば逆相器であり、倍音信号102の基本波の位相が低域信号101と同相の場合に、倍音信号102の基本波の位相を低音信号101と逆相にする処理を行う。一方、倍音信号102の基本波の位相が低域信号101と逆相の場合には、位相調整部3は倍音信号102をそのまま通過させる。あるいは、倍音信号102の基本波の位相が常に低域信号101と逆相の場合には、位相調整部3を設けなくてもよい。

50

【0014】

倍音発生部2の処理内容に応じて、倍音信号102の基本波の位相が低域信号101と同相／逆相であるのかを以下のように予め知ることができる。例えば、倍音発生部2が以下の(2)式によって倍音信号を発生するものとする。ただし、 $x = A \sin \omega t$ は周期Tの正弦波であって低域信号101に相当し、 y は倍音信号102に相当する。

$$y = x^2 \quad \text{when } x < 0 \quad \dots (2)$$

【0015】

上記の(2)式をフーリエ展開すると、以下の(3)式となる。したがって、倍音信号102の基本波成分は以下の(4)式で表され、元の低域信号101と逆相となる。

【0016】

【数2】

$$\begin{aligned} y &= x^2 \quad \text{when } x < 0 \\ &= A^2 \sin^2 \omega t \quad \text{when } \frac{T}{2} < t < T \\ &= A^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4} \cos(2\omega t) + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4 \sin((2n+1)\omega t)}{(2n-1)(2n+1)(2n+3)\pi} \right) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0017】

【数3】

$$\left. \frac{4A^2 \sin((2n+1)\omega t)}{(2n-1)(2n+1)(2n+3)\pi} \right|_{n=0} = -\frac{4A^2}{3\pi} \sin \omega t \quad \dots (4)$$

【0018】

次に、本実施形態の効果を説明する。位相調整部3から出力される倍音信号103の基本波成分は以下の特徴を持つ。

- ・レベルは元の低域信号101のレベルの累乗に比例する。
- ・位相は元の低域信号101と逆相である。

【0019】

低域信号101を $A \sin \omega t$ とし、倍音発生部2が低域信号101の n 乗(n は2以上の整数)により倍音を発生するものとする。このとき、倍音信号103の基本波成分は $-\alpha \times A^n \sin \omega t$ (α は倍音発生部2の倍音発生方法に応じた定数)となる。

【0020】

また、レベル調整部4から出力された低域信号104の基本波成分は以下の特徴を持つ。

- ・レベルは元の低域信号101のレベルに比例する。
- ・位相は元の低域信号101と同相である。

【0021】

低域信号101を $A \sin \omega t$ とすると、低域信号104は $\alpha \times A \sin \omega t$ となる。したがって、信号加算部5から出力される信号105には、倍音成分の他に以下のような基本波成分も含まれている。

$$\text{信号105の基本波成分: } \alpha \times A \sin \omega t \times (1 - A^{n-1})$$

【0022】

レベル調整部6のゲインを G とすると、信号加算部7から出力される音声信号107に含まれる低域信号の基本波成分は以下の(5)式で表される。

$$A \sin \omega t + G \times \alpha \times A \sin \omega t \times (1 - A^{n-1}) = A \sin \omega t \times (1 + G \times \alpha (1 - A^{n-1})) \quad \dots (5)$$

10

20

30

40

50

【0023】

したがって、低音増強装置全体の低域信号の増幅量 G_{dB} (dB) は以下の (6) 式のようになる。

$$G_{dB} = 20 \log (1 + G \times \alpha (1 - A^{n-1})) \quad \dots (6)$$

【0024】

低域信号 101 のレベルが小さい ($A \ll 1$) 場合、 $(1 - A^{n-1}) \approx 1$ なので、基本波成分の増幅量は $20 \log (1 + G \times \alpha)$ (dB) にほぼ等しい。低域信号 101 のレベルが大きくなると、それに応じて増幅量は小さくなる。また、低域信号 101 がフルスケールの正弦波 ($A = 1$) である場合、 $(1 - A^{n-1}) = 0$ なので、基本波成分の増幅量は 0 (dB) になる。

10

【0025】

すなわち、本実施形態による低音増強装置は、低域信号 101 のレベルが小さいときに基本波成分の増幅量が大きく、低域信号 101 のレベルが大きいときに基本波成分の増幅量が小さく、低域信号 101 がフルスケールのときは基本波成分の増幅量は 0 であるという特性を有する。したがって、基本波成分の不必要な増幅を抑えつつ低域信号の増幅を実現することができる。

【0026】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、具体的な構成は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0027】

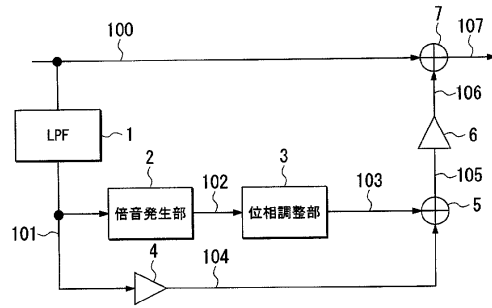
【図1】本発明の一実施形態による低音増強装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0028】

1・・・LPF (低域信号抽出手段)、2・・・倍音発生部 (倍音発生手段)、3・・・位相調整部 (位相調整手段)、4・・・レベル調整部 (レベル調整手段)、5・・・信号加算部 (第1の信号加算手段)、6・・・レベル調整部、7・・・信号加算部 (第2の信号加算手段)

【図 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-267790 (JP, A)
特開平08-213862 (JP, A)
特開昭63-314099 (JP, A)
特開2000-020098 (JP, A)
特開2005-210509 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03G 5/00-99/00
H04R 3/00- 3/14