

(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2010-66335

(P2010-66335A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 1 O L 21/04 (2006.01) G 1 O L 21/04 1 3 O A
G 1 O L 11/00 (2006.01) G 1 O L 11/00 1 O 1 C

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-230426 (P2008-230426)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成20年9月9日(2008.9.9)	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100066153 弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
		(72) 発明者	森 岳至 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	佐々木 茂明 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

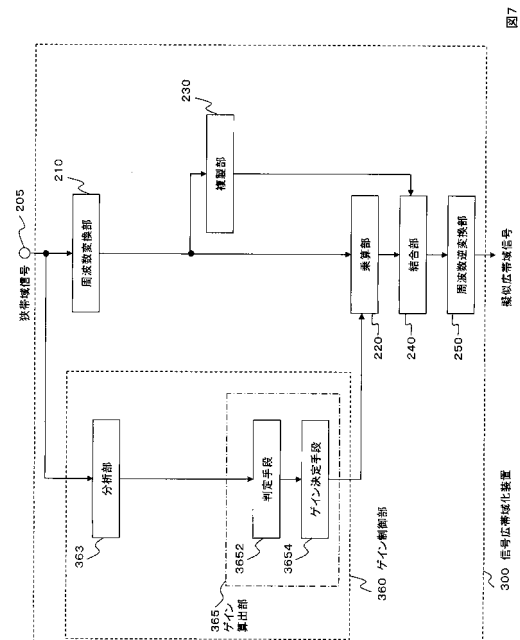
(54) 【発明の名称】 信号広帯域化装置、信号広帯域化方法、そのプログラム、その記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 狭帯域信号から質の良い擬似広帯域信号を生成する。

【解決手段】 狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成し、狭帯域信号をパーコール分析することでパーコール係数を求め、入力されたパーコール係数が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求め、低域信号に前記ゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成し、低域信号の一部または全部を複製することで、高域信号を生成し、前記強調低域信号を低域側に前記高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広帯域周波数信号を生成し、前記擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成する周波数変換部と、
高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を記憶する記憶部と、
前記低域信号に前記ゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成する乗算部と、
前記低域信号の一部または全部を複製することで、高域信号を生成する複製部と、
前記強調低域信号を低域側に前記高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広
帯域周波数信号を生成する結合部と、
前記擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する周波
数逆変換部と、
を具備する信号広帯域化装置。

10

【請求項 2】

狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成する周波数変換部と、
前記狭帯域信号をパーコール分析することでパーコール係数を求め、パーコール係数情
報として出力する分析部と、
入力された係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求
めるゲイン算出部と、
前記低域信号に前記ゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成する乗算部と、
前記低域信号の一部または全部を複製することで、高域信号を生成する複製部と、
前記強調低域信号を低域側に前記高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広
帯域周波数信号を生成する結合部と、
前記擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する周波
数逆変換部と、
を具備する信号広帯域化装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の信号広帯域化装置であって、
前記分析部は、求められたパーコール係数から対数断面積比を求め、前記パーコール係
数情報として出力するものであることを特徴とする信号広帯域化装置。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 記載の信号広帯域化装置であって、
前記ゲイン算出部は、
入力された係数情報が小さいほど、I R S 特性が大きいと判定する判定手段と、
I R S 特性が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求めるゲイ
ン決定手段と、
を具備することを特徴とする信号広帯域化装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 記載の信号広帯域化装置であって、
前記判定手段は、係数情報が予め定められた閾値より小さければ I R S 特性が大きいと
判定することを特徴とする信号広帯域化装置。

【請求項 6】

請求項 2 ～ 5 記載の信号広帯域化装置であって、
更に、過去に入力されたパーコール係数情報を用いて、現在入力されたパーコール係
数情報を補間することで、補間係数情報を生成する補間係数計算部も具備し、
前記ゲイン算出部は、前記補間係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大
きいゲイン係数を求めるものであることを特徴とする信号広帯域化装置。

40

【請求項 7】

請求項 2 ～ 6 記載の信号広帯域化装置であって、
更に、同フレーム内の異なる次数の係数情報間の差を計算することで、差分係数情報を
生成する差分係数計算部も具備し、
前記ゲイン算出部は、前記差分係数情報が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大

50

きいゲイン係数を求めるものであることを特徴とする信号広帯域化装置。

【請求項 8】

狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成する周波数変換過程と、
前記低域信号に前記ゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成する乗算過程と、
前記低域信号の一過程または全過程を複製することで、高域信号を生成する複製過程と、
前記強調低域信号を低域側に前記高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広帯域周波数信号を生成する結合過程と、
前記擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する周波数逆変換過程と、
を有する信号広帯域化方法。

10

【請求項 9】

狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成する周波数変換過程と、
前記狭帯域信号をパーコール分析することでパーコール係数を求め、パーコール係数情報として出力する分析過程と、
入力された係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求めるゲイン算出過程と、
前記低域信号に前記ゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成する乗算過程と、
前記低域信号の一過程または全過程を複製することで、高域信号を生成する複製過程と、
前記強調低域信号を低域側に前記高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広帯域周波数信号を生成する結合過程と、
前記擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する周波数逆変換過程と、
を有する信号広帯域化方法。

20

【請求項 10】

請求項 9 記載の信号広帯域化方法であって、
前記分析過程は、求められたパーコール係数から対数断面積比を求め、前記パーコール係数情報として出力するものであることを特徴とする信号広帯域化方法。

30

【請求項 11】

請求項 9 または 10 記載の信号広帯域化方法であって、
前記ゲイン算出過程は、
入力された係数情報が小さいほど、I R S 特性が大きいと判定する判定ステップと、
I R S 特性が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求めるゲイン決定ステップと、
を有することを特徴とする信号広帯域化方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載の信号広帯域化方法であって、
前記判定ステップは、係数情報が予め定められた閾値より小さければ I R S 特性が大きいと判定することを特徴とする信号広帯域化方法。

40

【請求項 13】

請求項 9 ~ 12 記載の信号広帯域化方法であって、
更に、過去に入力されたパーコール係数情報を用いて、現在入力されたパーコール係数情報を補間することで、補間係数情報を生成する補間係数計算過程も具備し、
前記ゲイン算出過程は、前記補間係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求めるものであることを特徴とする信号広帯域化方法。

【請求項 14】

請求項 9 ~ 13 記載の信号広帯域化方法であって、

50

更に、同フレーム内の異なる次数の係数情報間の差を計算することで、差分係数情報を生成する差分係数計算過程も具備し、

前記ゲイン算出過程は、前記差分係数情報が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求めるものであることを特徴とする信号広帯域化方法。

【請求項 15】

請求項 1 ～ 7 何れかに記載の信号広帯域化装置としてコンピュータを動作させるプログラム。

【請求項 16】

請求項 15 記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば IP ネットワークでの音声通信に用いるものであり、狭帯域信号から擬似的に擬似広帯域信号を求める信号広帯域化装置、信号広帯域化方法、そのプログラム、その記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来からの電話システムで伝送できる音声信号の周波数帯域は、約 300 Hz から 3.4 kHz である。従来の電話システムの音声符号化技術の目的は、伝送パラメータ量を最小化することであり、符号化した音声信号の周波数帯域を超える音声を得ることは不可能である。ところで、最近の音響技術の発展及びデジタル信号処理技術の開発により、日常生活で使われる機器の音声の品質が向上している。このような状況において、例えば電話の音質にも高音質を求める声がある。かかる要求に応える目的で音声擬似広帯域化装置や、その方法が用いられる。

20

【0003】

そこで、特許文献 1 に記載のように、帯域が制限された狭帯域音声信号をより高域の周波数帯域に複製して高域信号として、狭帯域信号と高域信号を合成することで、擬似的に広帯域信号を作成する信号広帯域化方法が提案されている。図 1 に特許文献 1 の信号広帯域化方法で用いられる信号広帯域化装置の機能構成例を示す。

【0004】

30

図 1 に示すように、従来技術 1 の信号広帯域化装置 100 は、アップサンプリング部 101、全波整流部 102、STFT 分析部 103 および 105、バンドパスフィルタ部 104、複製部 106、ゲイン調整部 107 および 108、STFT 合成部 109、加算部 110、とで構成されている。

【0005】

アップサンプリング部 101 は、例えば 8 kHz サンプリングされた狭帯域音声信号を、例えば 8 kHz サンプリングから 16 kHz サンプリングの音声信号にアップサンプリングする。全波整流部 102 は、アップサンプリングされた音声信号を全波整流（非線形処理）し、音声の基本周波数の高調波成分を含む等、狭帯域音声信号と相関が高い広帯域音声信号を得る。STFT 分析部 103 は、一定時間（10 ～ 20 msec）経過毎に、全波整流された音声信号を STFT（短時間フーリエ）分析し、周波数領域音声信号 S を得る。

40

【0006】

バンドパスフィルタ部 104 は、周波数領域音声信号 S に対してバンドパスフィルタリングを行い、狭帯域音声信号に存在しない 300 Hz 以下の複素スペクトル成分を取り出す一方で、60 Hz 以下の複素スペクトル成分を除去する。すなわち、バンドパスフィルタ部 104 は、狭帯域音声信号に含まれない低域信号（60 ～ 300 Hz）の周波数領域音声信号 S' を得る。ゲイン調整部 107 は、バンドパスフィルタリングされた低域の複素スペクトルに一定のゲインを乗算し、ゲイン調整を行う。

【0007】

50

一方、STFT分析部105は、一定時間(10~20ms)経過毎に、アップサンプリングされた音声信号をSTFT分析し、周波数領域広帯域信号Tを得る。複製部106は、低域の周波数領域広帯域信号Tを、高域の周波数帯域の複素スペクトルとしてコピーする。例えば、10番目から40番目の周波数領域広帯域信号Tが、100番目から130番目の周波数領域広帯域信号Tとして用いられる。また、他の部分の複素スペクトルには、全て0が代入される。これにより、狭帯域音声信号に含まれていない高域周波数領域広帯域信号T'が得られる。ゲイン調整部108は、この高域周波数領域広帯域信号T'に一定の倍率が乗算され、これによりゲイン調整を行う。

【0008】

STFT合成部109は、ゲイン調整部107よりの周波数領域音声信号S'と、ゲイン調整部108よりの高域周波数領域広帯域信号T'とをSTFT合成する。これにより、狭帯域音声信号に含まれていない低域および高域の音声信号が得られる。

【0009】

加算部110は、アップサンプリング部101よりの音声信号と、STFT合成部109よりのSTFT合成された音声信号とを加算する。これにより、狭帯域音声信号に含まれていない低域および高域を有する擬似広帯域音声信号が得られる。

【特許文献1】特許第3301473号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従来の電話システムで用いられる電話機は、ITU-Tにて標準化されているIRS特性を有するハンドセットにより集音された狭帯域音声信号を符号化し伝送している。ここで、IRS特性とは図2に示すような緩やかな高域通過フィルタ型の周波数特性を指す。つまり、IRS特性が大きい信号とは、低周波数側の強度が小さいことを示す。IRS特性を有するハンドセットにより集音された狭帯域音声信号は低域周波数側(以下、「低域側」という。)の信号が減衰したスペクトル形状になる。つまり、IRS特性が大きいということは低域側が減衰しているということである。このような低域側の信号が減衰した狭帯域音声信号から従来技術1に示す方法により擬似的に広帯域音声を作成すると、作成された広帯域音声は低域が減衰し、聴感上不自然なものになってしまうという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明の信号広帯域化装置は、周波数変換部と、記憶部と、乗算部と、複製部と、結合部と、周波数逆変換部と、を具備する。周波数変換部は、狭帯域信号を周波数領域に変換することで、低域信号を生成する。記憶部は高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を記憶する。乗算部は、低域信号にゲイン係数を乗算することで、強調低域信号を生成する。複製部は、低域信号の一部または全部を複製することで、高域信号を生成する。結合部は、強調低域信号を低域側に高域信号を高域側に配置し、合わせることで、擬似広帯域周波数信号を生成する。周波数逆変換部は、擬似広帯域周波数信号を時間領域に変換することで擬似広帯域信号を出力する。また、ゲイン係数は記憶部に記憶させるのではなく、ゲイン係数を動的に求めるゲイン制御部を設けても良い。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、低域周波数側の信号が減衰した狭帯域信号の低域周波数側の信号に低域ゲインを乗算した後、擬似的に広帯域信号を作成する。これにより、作成された広帯域信号は周波数特性が平坦で聴感上自然な擬似広帯域化を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、発明を実施するための最良の形態を示す。なお、同じ機能を持つ構成部や同じ処理を行う過程には同じ番号を付し、重複説明を省略する。

10

20

30

40

50

【実施例 1】

【0014】

図 3 に実施例 1 の信号広帯域化装置 200 の機能構成例を示し、図 4 に処理フローを示す。この例では、信号広帯域化装置 200 は、周波数変換部 210、記憶部 290、複製部 230、乗算部 220、結合部 240、周波数逆変換部 250、とで構成される。図 5 に各構成部で生成される信号の周波数スペクトルなどを示す。図 5 中の A ~ D の図において、横軸は周波数を示し、縦軸は振幅パワーを示す。

【0015】

まず、狭帯域信号は時間領域の信号であり、 D 個 (D は 1 以上の整数) のサンプル数を有するフレームごとに入力端子 205 に入力される。ここで狭帯域信号とは、周波数帯が狭帯域の信号であり、信号とは、例えば人間の音声の音声信号である。以降の処理はフレーム毎に処置が行われる。また、サンプル数 D は予め定められた値でも良いし、入力された狭帯域信号を分析した結果得られる値でもよい。前者の場合も後者の場合も全フレームでサンプル数 D が同じとなる場合もありえるし、フレーム毎にサンプル数 D は異なる場合もありえる。入力された時間領域の狭帯域信号は $I_n(t)$ ($t = 0, 1, \dots, D-2, D-1$) と表すものとする。 t は時間のインデックスである。

【0016】

次に、周波数変換部 210 は、入力された狭帯域信号 $I_n(t)$ をフレーム毎に、時間領域から周波数領域に変換することで、低域信号 $I_nF(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D-2, D-1$) を生成して出力する (ステップ S2)。低域信号 $I_nF(k)$ は周波数領域の信号であり、 k は周波数インデックスを表し、 k の値が小さいほど低周波数の信号を表し、大きいほど高周波数の信号を表す。また、周波数変換の手法の例として、DCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) や、MDCT (Modified Discrete Cosine Transform: 変形離散コサイン変換) などを用いれば良い。ただし、MDCT を用いる場合は 2 フレーム ($2D$ 個) の狭帯域信号から 1 フレームずつオーバーラップして D 個の低域信号を作成する。また、周波数変換部 210 の出力信号の周波数スペクトルを図 5 A に示す。図 5 A 中の α の箇所に示すように、低域信号 $I_nF(k)$ は低域側が減衰している。

【0017】

記憶部 290 には予め、低域信号 $I_nF(k)$ の周波数ごとに予め定められたゲイン係数を記憶しておき、当該ゲイン係数は乗算部 220 に出力される。そして、乗算部 220 は、低域信号 $I_nF(k)$ にゲイン係数を乗算することで、強調低域信号 $FLG(k)$ を生成する (ステップ S4)。ここでは、乗算部 220 は、低域信号 $I_nF(k)$ の全周波数の各周波数ごとにゲイン係数を乗算する手法を説明する。ここで、ゲイン係数を $g(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D-2, D-1$) とすると、例えば、以下のように、ゲイン係数を設定する。

$$g(0) = 1.0$$

$$g(1) = 3.0$$

$$g(2) = 2.5$$

$$g(3) = 2.2$$

$$g(4) = 1.8$$

$$g(5) = 1.6$$

$$g(6) = 1.2$$

$$g(7) = 1.0$$

$$g(8) = 1.0$$

$$g(9) = 1.0$$

・

・

・

$$g(D-2) = 1.0$$

10

20

30

40

50

$$g(D-1) = 1.0$$

【0018】

つまり、乗算部220は、 $FLG(k) = g(0) \cdot INF(0) + g(1) \cdot INF(1) + \dots + g(D-1) \cdot INF(D-1)$ の演算を行う。ただし演算子「 $\cdot$ 」は乗算を表す。また、これらのゲイン係数 $g(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D-2, D-1$)をベクトル表記したものをゲイン係数ベクトル G とすると、 G は以下のように、表すことができる。

$$G = (1.0, 3.0, 2.5, 2.2, 1.8, 1.6, 1.2, 1.0, 1.0, 1.0, \dots, 1.0)$$

つまり、ゲイン係数ベクトルの要素数は D 個ある。

10

【0019】

低域信号 $INF(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D-2, D-1$)および強調低域信号 $FLG(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D-2, D-1$)をベクトル表記したものをそれぞれ INF^- 、 FLG^- とすると、乗算部220は以下の式を演算する。

【0020】

$$FLG^- = G * INF^-$$

ただし、演算子「 $*$ 」は内積を示す。このように、ゲイン係数 $g(k)$ またはゲイン係数ベクトル G は、高域側 (k の値が大きい) に比べて低域側 (k の値が小さい) の値が大きいうように設定する。上記例では、 $k = D-2, D-1$ であればゲイン係数は全て1.0 (ゲイン係数は小さい) であり、 $k = 1, 2, 3$ であればそれぞれゲイン係数は3.0、2.5、2.2 (ゲイン係数は大きい) となり、つまりゲイン係数は高域側に比べて低域側の値が大きくなっている。

20

【0021】

また、上記 $g(k)$ の例では、 $g(0) = 1.0$ となっているが、その理由を説明する。通常、機器のノイズ等により、低域信号の最も低域の部分 (以下、「最低域部分」という。上記の例では $k = 0$ の部分) の振幅パワーは大きくなることもある。従って、低域信号の最低域部分に乘じられるゲイン係数 (上記の例では $g(0)$) を1.0もしくは1.0に近い値 (例えば、0.9) に設定することが好ましい。また、ゲイン係数1.0を乗算するということは、乗算処理を行わないことと同義である。つまり、最低域部分に乘じられるゲイン係数は設定せずに、乗算部220の乗算処理においても、最低域部分については乗算処理を行わないようにしてもよい。つまり、最低域部分の振幅パワーは入力された低域信号の振幅パワーとほぼ等しくなるように、乗算部220は乗算処理を行えばよい。また、上記の例では $k = 0$ の部分のみが最低域部分として説明したが、機器のノイズ等の状況に応じて、最低域部分を変化させた方がよい。例えば、 $k = 0, 1, 2$ が最低域部分とした方がよい場合もある。

30

【0022】

上記機器のノイズ等により低域信号の最低域部分の振幅パワーが大きくなる状況が多い場合 (以下、「ケース1」という。) には、予め、最低域部分のゲイン係数と高域側のゲイン係数とをほぼ等しくする (上記の例では例えば $g(0) = 1.0$)。つまり、ケース1の場合には「高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数」の文言中の「低域側」とは最低域部分を除くことを意味し、最低域部分のゲイン係数と高域側のゲイン係数とはほぼ等しくなる。

40

【0023】

また、上記機器のノイズ等がなく低域信号の最低域部分の振幅パワーが大きくなる状況が少ない場合 (以下、「ケース2」という。) には、予め、最低域部分のゲイン係数を最も大きくする (例えば $g(0) = 3.2$)。つまりケース2の場合には、「低域側」とは最低域部分を含むことを意味し、最低域部分のゲイン係数については、他のゲイン係数と比べて最も大きくなる。つまり、「高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数」についての「低域側」とは最低域部分を含む場合と除く場合があり、両者については、上記機器のノイズ等の状況 (上述では、ケース1またはケース2) により予め定めるものであり

50

、設計事項の変更であるといえる。

【 0 0 2 4 】

乗算部 2 2 0 の出力信号である強調低域信号 $F L G(k)$ の周波数スペクトルを図 5 B に示す。図 5 B 中の β の箇所に示すように、乗算部 2 2 0 の演算により、減衰していた振幅レベルが増幅している。

【 0 0 2 5 】

また、上記では低域信号 $I n F(k)$ の全周波数の周波数ごとにゲイン係数を乗ずる処理について説明したが、ゲイン係数が 1 . 0 になる周波数についてはゲイン係数の乗算を行わなくても良い。その場合は記憶部 2 9 0 に 1 . 0 でないゲイン係数と対応する周波数とを記憶しておき、乗算部 2 2 0 に 1 . 0 でないゲイン係数と対応する周波数 F_a の情報も入力すればよい。そして、乗算部 2 2 0 は、1 . 0 でないゲイン係数と、周波数 F_a についての低域信号との乗算処理を行えばよい。このようにすることで、乗算処理の演算量を削減できる。

【 0 0 2 6 】

一方、複製部 2 3 0 は、低域信号 $I n F(k)$ の一部または全部を拡張信号とする。そして、当該拡張信号を複製することで、擬似的に高域信号 $F H(k)$ ($k = 0, 1, \dots, D - 2, D - 1$) を生成する (ステップ S 6)。以下、図 5 を用いて具体的に説明する。図 5 では、複製部 2 3 0 が低域信号 $I n F(k)$ の「一部」を複製する例を示す。図 5 A に示すように、複製元の拡張信号 (図 5 A に記載) の先頭の周波数インデックスを D_L (ただし、 $0 \leq D_L \leq D - 1$) とし、複製先の高域信号 $F H(k)$ (図 5 C に記載) の先頭の周波数インデックスを D_H とし、コピーする拡張信号の係数の数を D_w とする。ただし、 $1 \leq D_w \leq D$ (図 5 A 参照)、 $D_L + D_w \leq D$ (図 5 A 参照)、 $D_H + D_w \leq D$ (図 5 C 参照) とする。 D_L 、 D_H 、 D_w は予め決められた固定値でも良いし、動的に切替えても良い。

【 0 0 2 7 】

図 6 に複製部 2 3 0 の処理の流れを示す。図 6 は複写元の低域の周波数範囲が固定値の場合である。まず、 D_L 、 D_w 、 D_H の初期値 D_{L0} 、 D_{w0} 、 D_{H0} を設定する (ステップ S 1 3 1)。そして、周波数インデックス k を高域の信号の最下限である $k = 0$ に設定する (ステップ S 1 3 2)。周波数インデックス $k = D$ から $k = D_H - 1$ までの高域信号 $F H(k)$ には、 $M I N$ が書き込まれる (ステップ S 1 3 3 ~ S 1 3 5)。周波数インデックス k が、 $k = D_H$ になると高域信号 $F H(k)$ には、複製元の先頭の周波数インデックス $k = D_L$ の信号の振幅が複製される (ステップ S 1 3 6)。つまり、 $k - D_H - D_L = D_H - D_H + D_L = D_L$ である。したがって、複製元の $k = D_L \sim (D_L + D_w)$ の範囲の信号の振幅が、複製先の $k = D_H \sim (D_H + D_w)$ の範囲に複製される (ステップ S 1 3 8 の $N o$ のループ)。周波数インデックス $k = (D_H + D_w) \sim (D - 1)$ までの範囲の高域信号 $F H(k)$ には、 $M I N$ が書き込まれる (ステップ S 1 3 9 ~ S 1 4 1)。この結果、高域信号 $F H(k)$ は、以下の式に示すようになる。

$$\begin{aligned} F H(k) &= M I N && (0 \leq k \leq D_H - 1) \\ &= I n F(k - D_H + D_L) && (D_H \leq k \leq D_H + D_w - 1) \\ &= M I N && (D_H + D_w \leq k \leq D - 1) \end{aligned}$$

【 0 0 2 8 】

ここで、 $M I N$ の値は 0 でも良いし、非常に小さな値でも良い。なお、図 5 C 中の y に記載のようにサイン窓等を掛けることで丸みを帯びた形状にすると、生成される擬似広帯域信号 (以下で説明する) は聴感上よくなる。また、図 5 C 中の ε の部分についても同様の手法で丸みを帯びた形状にしても良い。また、図 5 の例では、低域信号 $I n F(k)$ の「一部」を複製する例を説明したが、低域信号 $I n F(k)$ の「全部」を拡張信号として、当該拡張信号を複製することで、高域信号 $F H(k)$ を生成しても良い。また拡張信号の複数部分を分割して複製しても良い。

【 0 0 2 9 】

次に、結合部 2 4 0 は、図 5 D に示すように、強調低域信号 $F L G(k)$ を低域側に配

10

20

30

40

50

置し、高域信号 $F_H(k)$ を高域側に配置し、合わせることで、擬似広帯域周波数信号 $P_s F(k)$ を生成する（ステップ S 8）。擬似広帯域周波数信号 $P_s F(k)$ は以下の式のようになる。

$$P_s F(k) = F_L G(k) \quad (0 \leq k \leq D-1) \\ = F_H(k-D) \quad (D \leq k \leq 2D-1)$$

ここで、 $P_s F(k)$ の最大値を $2D-1$ としたが、当該最大値は擬似広帯域信号の音質が保たれていれば、最大値を $2D-1$ に限る必要はない。

【0030】

周波数逆変換部 250 は、擬似広帯域周波数信号 $P_s F(k)$ を時間領域に変換することで擬似広帯域信号 $out(u)$ ($u = 0, 1, \dots, 2D-1$) を出力する（ステップ S 10）。ここで、行う周波数逆変換（時間領域への変換）は、周波数変換部 210 における周波数変換に対応した逆変換である。ただし、狭帯域信号 $In(t)$ と擬似広帯域信号 $out(u)$ とはサンプル数が異なるが。サンプリング周波数が異なるだけで、時間的には完全に対応するものである。例えば、この実施例では、擬似広帯域信号 $out(u)$ のサンプリング周波数は $In(t)$ のサンプリング周波数の 2 倍であるので、 $t = 0$ と $u = 0$ 、 $t = D$ と $t = 2D$ とがそれぞれ同時刻である。

【0031】

このように、従来の信号広帯域化装置では、IRS 特性を有する（狭帯域信号の低域側が減衰している）にもかかわらず、低域側の振幅パワーを増幅させずに処理を行っていた。つまり、図 3 や図 5 に記載の乗算部 220 によるゲイン係数の乗算処理を行っていなかった。従って、従来の信号広帯域化装置から出力される擬似広帯域信号は聴感上不自然な音質になっていた。しかし、この実施例の信号広帯域化装置 200 では、減衰している低域側にゲイン係数を乗算することで、出力される擬似広帯域信号は、周波数が平坦で聴感上自然な音質になるという顕著な効果を有するようになった。

【実施例 2】

【0032】

IRS 特性を有する音声信号のように、低域が減衰している狭帯域信号に対しては、実施例 1 で説明した方法により周波数が平坦で聴感上自然な広帯域信号を擬似的に生成することができる。しかし、IRS 特性を有さないハンドセットなど周波数が平坦なハンドセットにより集音された狭帯域信号に対して、実施例 1 の方法で擬似的に広帯域信号を作成すると、低域の信号の振幅パワーが極端に大きくなってしまい、擬似的に作成した広帯域信号がこもった音になってしまうという問題がある。この問題を解決すべく、この実施例 2 では入力された狭帯域信号の低域が減衰しているか否かに関わらず、低域の信号の振幅パワーが極端に大きくなったり、また低域の信号の振幅パワーが小さくなりすぎて不自然になったりすることのない高音質な広帯域信号を擬似的に作成する方法を説明する。

【0033】

図 7 に実施例 2 の信号広帯域化装置 300 の機能構成例を示し、図 8 に処理フローを示す。信号広帯域化装置 300 は、信号広帯域化装置 100 の記憶部 290 をゲイン制御部 360 に代替したものである。ゲイン制御部 360 はこの例では分析部 363、ゲイン算出部 365 により構成されている。

【0034】

分析部 363 は、入力端子 205 に入力された狭帯域信号をパーコール（PARCOR 係数：PARTIAL AUTO-CORRELATION：偏自己相関）分析することでパーコール係数を求め、パーコール係数情報として出力する（ステップ S 12）。パーコール分析については、「古井さだおき著 音響・音声工学、株式会社近代科学社、1996 年 3 月 10 日、p 131 ~ p 141」等に記載されている。またこの実施例 2 では、パーコール係数情報をパーコール係数として説明する。パーコール係数は 1 ~ 2 次の係数を用いると能率的であるが、それ以上の次数のパーコール係数を使用しても良い。また、 i をパーコール係数の次数とし、 i 次のパーコール係数を p_i とする。次に、パーコール係数はゲイン算出部 365 に入力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

ゲイン算出部 3 6 5 は、入力された係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数 $g(k)$ を求める (ステップ S 1 4)。ここで、「入力された係数情報」とは、分析部 3 6 3 からのパーコール係数の他に、下記の実施例 4 で説明する対数断面積比、下記の実施例 5 で説明する補間係数情報、下記の実施例 6 で説明する差分係数情報である。ゲイン算出部 3 6 5 の好適な構成例として、判定手段 3 6 5 2 とゲイン決定手段 3 6 5 4 とを有する構成があり、以下、ゲイン算出部 3 6 5 が判定手段 3 6 5 2 とゲイン決定手段 3 6 5 4 とで構成されているとして説明をする。

【 0 0 3 6 】

判定手段 3 6 5 2 は入力された係数情報が小さいほど、I R S 特性が大きいと判定する。この実施例では係数情報とは、パーコール係数情報であるが、その他に補間係数情報、差分係数情報である。また、「係数情報であるパーコール係数が大きいほど I R S 特性が小さい」という性質は、発明者の度重なる実験の結果、判明したことである。更に、判定手段 3 6 5 2 は、パーコール係数が大きいほど、I R S 特性が小さいと判断する、としても良い。そして、判定手段 3 6 5 2 は、I R S 特性の大小を表す情報、例えば、I R S 特性判定フラグ F を出力する。ここで、ゲイン算出部 3 6 5 が、I R S 特性を用いずに入力された係数情報が小さいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数 $g(k)$ を求めるような構成であれば、I R S 特性判定フラグ F を生成する必要はない。

【 0 0 3 7 】

また、判定手段 3 6 5 2 による I R S 特性の判定の手法例を説明する。(i) 第 1 の手法として、判定手段 3 6 5 2 は、パーコール係数が予め定められた閾値より小さければ、I R S 特性が大きいと判定し、パーコール係数が予め定められた閾値より大きければ、I R S 特性が小さいと判定する。例えば、1 次のパーコール係数を p_1 とした場合、閾値 Th_1 を例えば 0.885 とし、
 $p_1 > Th_1$ の場合・・・I R S 特性小
 $p_1 \leq Th_1$ の場合・・・I R S 特性大、と判定し、I R S 特性判定フラグ F として、I R S 特性が大きい場合は「1」を出力し、小さい場合は「0」を出力する。

【 0 0 3 8 】

(ii) また、第 2 の手法として、更に 2 次のパーコール係数を p_2 とし、閾値 Th_2 を例えば 0.875 とし、
 $p_1 > Th_1$ 、かつ、 $p_2 > Th_2$ の場合・・・I R S 特性小
その他の場合・・・I R S 特性強
としても良い。このように、2 次以上のパーコール係数の大小を判定することで、より正確な I R S 特性の判定を行うことができる。

【 0 0 3 9 】

(iii) また、第 3 の手法として、I R S 特性の大小を複数段階に場合分けすることも可能である。閾値 Th_3 を例えば、0.825 とし、
 $p_1 > Th_1$ の場合・・・I R S 特性小
 $Th_1 \leq p_1 \leq Th_3$ の場合・・・I R S 特性中
 $p_1 > Th_3$ の場合・・・I R S 特性大
とする。I R S 特性判定フラグ F として、例えば、I R S 特性が大きい場合は「2」中である場合は「1」、小さい場合は「0」を出力することもできる。このように、閾値を複数用いて、I R S 特性の大小を判定することで、より細やかな判定を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

ゲイン決定手段 3 6 5 4 は、I R S 特性判定フラグ F から判断して、I R S 特性が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求める。また、I R S 特性が小さい場合、つまり、狭帯域信号の低域側があまり減衰していない場合には、高域側と低域側の値がほぼ等しいゲイン係数を求める。ゲイン係数の求め方の一例を説明する。例えば、I R S 特性の大小に応じたゲイン係数を予め決めておき、ゲイン決定手段 3 6 5 4 に保持させる。そして、ゲイン決定手段 3 6 5 4 は、入力された I R S 特性判定フラグ F から

10

20

30

40

50

I R S 特性の大小を判定して、ゲイン係数を選択すればよい。

【 0 0 4 1 】

例えば、ゲイン決定手段 3 6 5 4 は、以下のようなゲイン係数ベクトル G 1、G 2 を保持しておき、I R S 特性判定フラグ F に応じて乗算部 2 2 0 に G 1 もしくは G 2 を出力する。なお、判定手段 3 6 5 2 が前記第 1 の手法 ((i) の箇所) で説明) を用いた場合を説明する。

I R S 特性小 (F = 0) の場合

G 1 = (1 . 0、1 . 2、1 . 2、1 . 0、1 . 0、1 . 0、1 . 0、1 . 0、1 . 0、1 . 0、1 . 0、. . .、1 . 0) を出力する。

I R S 特性大 (F = 1) の場合

G 2 = (1 . 0、3 . 0、2 . 5、2 . 2、1 . 8、1 . 6、1 . 2、1 . 0、1 . 0、1 . 0、. . .、1 . 0) を出力する。

【 0 0 4 2 】

また、ゲイン決定手段 3 6 5 4 は予めゲイン係数ベクトルを保持しておくのではなく、I R S 特性判定フラグ F から判断して動的にゲイン係数ベクトルを定め、乗算部 2 2 0 に出力しても良い。

【 0 0 4 3 】

このように、入力された狭帯域信号に対してパーコール分析を行い、求められたパーコール係数からゲイン係数を定める。このように、動的にゲイン係数 (ゲイン定数ベクトル) を定めて乗算することで、入力された狭帯域信号の低域が減衰しているか否かにかかわらず、低域が大きくなりすぎてこもった音になったり、小さくなりすぎて不自然にならない擬似広帯域信号を生成できる。

【 実施例 3 】

【 0 0 4 4 】

実施例 2 では、分析部 3 6 3 から出力されるパーコール係数情報が、パーコール係数である場合を説明した。しかし、前記第 2 の手法 ((i i) の箇所) で説明) 、第 3 の手法 ((i i i) の箇所) で説明) のように複数の閾値を用いた場合に、T h 1 (= 0 . 8 8 5)、T h 2 (= 0 . 8 7 5)、T h 3 (= 0 . 8 2 5) のように、各閾値が近接する (各閾値間の間隔が小さくなる) ことが実験的に分かっている。そうすると、分析部 3 6 3 はパーコール係数の小数点以下を細かく算出しなければならず、結果として分析部 3 6 3 のパーコール係数を求める演算量が多くなるという問題がある。そこで、この実施例 3 では、分析部 3 6 3 はパーコール係数情報としてパーコール係数を出力するのではなく、当該パーコール係数から求まる対数断面積比 n_i を出力する。そうすると、判定手段 3 6 5 2 の判定処理において、複数の閾値を用いる場合であっても、当該閾値間の間隔を広げることができることが実験的に判明しており、判定手段 3 6 5 2 の判定が行いやすくなる。i 次の対数断面積比 n_i は例えば、以下の式に求められる。

【 0 0 4 5 】

$$n_i = \log [(1 + p_i) / (1 - p_i)]$$

そして、対数断面積比 n_i は判定手段 3 6 5 2 に入力される。判定手段 3 6 5 2 が前記第 3 の手法を用いる (3 つの閾値 T h 1、T h 2、T h 3 を用いる) 場合には、例えば、T h 1 = 2 . 9、T h 2 = 2 . 2、T h 3 = 1 . 7 を用いることができ、パーコール係数を用いた場合と比較して閾値間の差を大きくすることができ、結果として判定手段 3 6 5 2 は判定処理を行いやすくなる。

【 実施例 4 】

【 0 0 4 6 】

実施例 2 または 3 で説明した手法により、入力された狭帯域信号の低域が減衰しているか否かによらず、低域が大きくなりこもった音になったり、小さくなりすぎて不自然にならない擬似広帯域信号を生成できる。しかし、実施例 2 または 3 で説明した手法には、例えば狭帯域信号が音声の信号である場合に、当該音声の子音部から母音部へ変わるときにはパーコール係数の変動が大きくなってしまいうため、低域信号 I n F (k) に乗算するゲ

10

20

30

40

50

イン係数が頻繁に切り替わってしまい、聴感上耳障りなノイズを発生させてしまうという問題がある。この問題に対し、この実施例 4 では、ゲイン係数の値が頻繁に切り替わることを抑えることで、聴感上耳障りなノイズを発生させずに高音質な擬似広帯域信号を生成する手法を説明する。

【0047】

図 9 にこの実施例 4 の信号広帯域化装置 400 の機能構成例を示す。実施例 2, 3 で説明した信号広帯域化装置 300 と違う点は、ゲイン制御部 360 がゲイン制御部 460 に代替されている点である。ゲイン制御部 460 はゲイン制御部 360 のゲイン算出部 365 (判定手段 3652) の前段に補間係数計算部 464 が備えられたものである。

【0048】

入力されるパーコール係数の変動を抑えるため、補間係数計算部 464 は、過去に入力されたパーコール係数情報を用いて、現在入力されたパーコール係数情報を補間することで、補間係数情報 $p^{\wedge}_i$ を生成する。補間係数計算部 464 は例えば、補間係数情報 $p^{\wedge}_i$ として、重み付き和 $p^{\wedge}_i$ を計算する。現在入力された i 次のパーコール係数を p_i とし、直前に入力された i 次のパーコール係数を $d p_i$ とすると、補間係数計算部 464 は例えば、以下の式により重み付き和である補間係数情報 $p^{\wedge}_i$ を計算する。

$$p^{\wedge}_i = a_{1i} p_i + a_{2i} d p_i$$

【0049】

補間係数情報 $p^{\wedge}_i$ の変動は、パーコール係数の変動よりも小さくでき、結果として、ゲイン係数の値が頻繁に切り替わることを抑えることができる。ここで、 $i = 1$ の場合、重み係数は例えば $a_{1i} = a_{2i} = 0.5$ とすると良い。また、ここでは、入力された全ての次数のパーコール係数について補間係数情報 $p^{\wedge}_i$ を計算する例を説明したが、予め決められた次数 (つまり変動が大きい次数) のパーコール係数のみ補間係数情報を計算しても良い。また、上記の例では $d p_i$ を直前に入力されたパーコール係数として、処理を行うが、直前よりも過去に入力されたパーコール係数を $d p_i$ として処理を行っても良い。また、補間係数計算部 464 はパーコール係数ではなく、対数断面積比 (実施例 3 で説明) についても処理を行っても良い。そして、ゲイン算出部 365 (判定手段 3652) は、入力された補間係数情報が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求める。

【0050】

この実施例 4 のように、補間係数計算部 464 により補間係数情報 (例えば、入力されたパーコール係数情報および過去に入力されたパーコール係数情報との重み付き和) を求めることで、パーコール係数の変動が大きい場合であっても補間係数情報の変動は小さくできることから、ゲイン係数の値が頻繁に切り替わることを抑えることができ、結果として聴感上耳障りなノイズを発生させずに高音質な擬似広帯域信号を生成できる。

【実施例 5】

【0051】

実施例 2 または 3 で説明した手法により入力された狭帯域信号の低域が減衰しているか否かによらず、低域が大きくなりこもった音になったり、小さくなりすぎて不自然にならない擬似広帯域信号を生成できる。しかし、例えば、狭帯域信号が女性音声の信号である場合には、パーコール係数の値が他の話者に比べて平均的に小さいため、低域が減衰していなくても、I R S 特性は大きいと判定されてしまい、乗算部 220 のゲイン係数乗算処理により、過剰に低域が強調されてしまうという問題がある。この問題を解決すべく、この実施例 5 では、パーコール係数の値が平均的に小さい狭帯域信号に対しても高音質な擬似広帯域信号を生成する手法を説明する。

【0052】

図 10 に、この実施例 5 の信号広帯域化装置 500 の機能構成例を示す。実施例 2, 3 で説明した信号広帯域化装置 300 と違う点は、ゲイン制御部 360 がゲイン制御部 560 に代替されている点である。ゲイン制御部 560 はゲイン制御部 360 のゲイン算出部 365 (判定手段 3652) の前段に差分係数計算部 565 が備えられたものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

差分係数計算部 5 6 5 は、同フレーム内の異なる次数の係数情報間の差を計算することで、差分係数情報 p^{-}_i を生成する。この実施例 5 において、差分係数計算部 5 6 5 に入力される係数情報とは分析部 3 6 3 からのパーコール係数または、対数断面積比である。入力されたパーコール係数の次数を PKR とし、予め定められた重み係数を b_i 、 b_{i+1} とすると、差分係数計算部 5 6 5 は、例えば、以下の式を演算することで、差分係数情報 p^{-}_i を生成する。

$$p^{-}_i = b_i p_i - b_{i+1} p_{i+1} \quad (0 < i \leq PKR - 1)$$

$$p^{-}_i = p^{-}_i \quad (i = PKR)$$

【 0 0 5 4 】

このように、隣接する次数間（つまり、 i と $i + 1$ ）のパーコール係数の差を取ることが望ましい。そして、差分係数情報 p^{-}_i ゲイン算出部 3 6 5（判定手段 3 6 5 2）に入力され、差分係数情報が大きいほど、高域側に比べて低域側の値が大きいゲイン係数を求める。また、差分係数計算部 5 6 5 は、対数断面積比について処理を行っても良い。

【 0 0 5 5 】

このようにゲイン算出部 3 6 5 は差分係数情報 p^{-}_i を用いてゲイン係数を求める（判定手段 3 6 6 が差分係数情報 p^{-}_i で IRS 特性の大小を判定する）ことで、パーコール係数の平均値が小さい場合であっても、隣接する次数間のパーコール係数の差である差分係数情報 p^{-}_i を用いることで、低域が減衰してなくても IRS 特性は大きいと判定されることはなく、結果として過剰に低域が強調されてしまうことはない。

【 実施例 6 】

【 0 0 5 6 】

図 1 1 にこの実施例 6 の信号広帯域化装置 6 0 0 の機能構成例を示す。実施例 5 で説明した信号広帯域化装置 5 0 0 と違う点は、ゲイン制御部 5 6 0 がゲイン制御部 6 6 0 に代替されている点である。ゲイン制御部 6 6 0 はゲイン制御部 5 6 0 の、分析部 3 6 3 の後段でありかつゲイン算出部 3 6 5（判定手段 3 6 5 2）の前段に補間係数計算部 4 6 4 が設けられている点でゲイン制御部 5 6 0 と異なる。この実施例 6 の差分係数計算部 5 6 5 に入力される係数情報とは、補間係数計算部 4 6 4 からの補間係数情報である。信号広帯域化装置 6 0 0 のような構成にすることで、実施例 4 及び実施例 5 で説明した効果を両方得ることができる。

【 0 0 5 7 】

< ハードウェア構成 >

本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。また、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【 0 0 5 8 】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、信号広帯域化装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、処理機能がコンピュータ上で実現される。

【 0 0 5 9 】

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよいが、具体的には、例えば、磁気記録装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD（Digital Versatile Disc）、DVD-RAM（Random Access Memory）、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）、CD-R（Recordable）/RW（ReWritable）等を、光磁気記録媒体として、MO（Magnetooptical disc）等を、半導体メモリとしてEEPROM（Electrically Erasable and Programmable-Read Only Memory）等を用いることができる。

【 0 0 6 0 】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した D V D、C D - R O M 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【 0 0 6 1 】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆる A S P (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの(コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等)を含むものとする。

【 0 0 6 2 】

また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

【 0 0 6 3 】

また、本実施例で説明した信号広帯域化装置は、C P U (Central Processing Unit)、入力部、出力部、補助記憶装置、R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory) 及びバスを有している(何れも図示せず)。

【 0 0 6 4 】

C P U は、読み込まれた各種プログラムに従って様々な演算処理を実行する。補助記憶装置は、例えば、ハードディスク、M O (Magneto-Optical disc)、半導体メモリ等であり、R A M は、S R A M (Static Random Access Memory)、D R A M (Dynamic Random Access Memory) 等である。また、バスは、C P U、入力部、出力部、補助記憶装置、R A M 及び R O M を通信可能に接続している。

【 0 0 6 5 】

< ハードウェアとソフトウェアとの協働 >

本実施例の信号広帯域化装置は、上述のようなハードウェアに所定のプログラムが読み込まれ、C P U がそれを実行することによって構築される。以下、このように構築される各装置の機能構成を説明する。

【 0 0 6 6 】

信号広帯域化装置の入力部、出力部(いずれも図示せず)は、所定のプログラムが読み込まれた C P U の制御のもと駆動する L A N カード、モデム等の通信装置である。周波数変換部 2 1 0、乗算部 2 2 0、複製部 2 3 0、結合部 2 4 0、周波数逆変換部 2 5 0、ゲイン制御部 3 6 0 ~ 6 6 0 は、所定のプログラムが C P U に読み込まれ、実行されることによって構築される演算部である。記憶部 2 9 0 は上記補助記憶装置として機能する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 従来の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。

【 図 2 】 I R S 特性を示した図。

10

20

30

40

50

- 【図 3】実施例 1 の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。
 【図 4】実施例 1 の信号広帯域化装置の処理フローを示した図。
 【図 5】各構成部から出力される信号の周波数スペクトルを示した図。
 【図 6】複製部の処理フローを示した図。
 【図 7】実施例 2 の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。
 【図 8】実施例 1 の信号広帯域化装置の処理フローを示した図。
 【図 9】実施例 4 の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。
 【図 10】実施例 5 の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。
 【図 11】実施例 6 の信号広帯域化装置の機能構成例を示したブロック図。

【図 1】

【図 2】

図 1

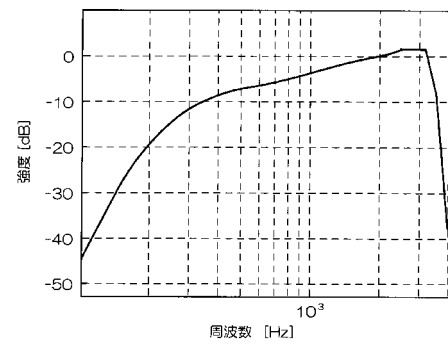
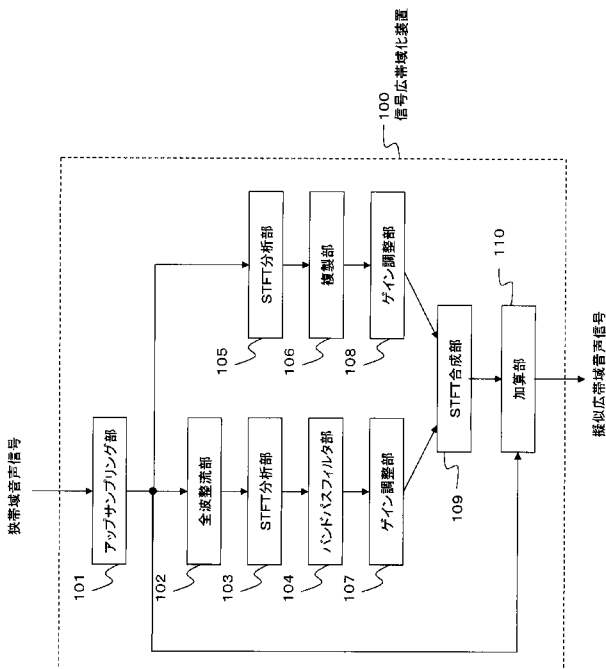
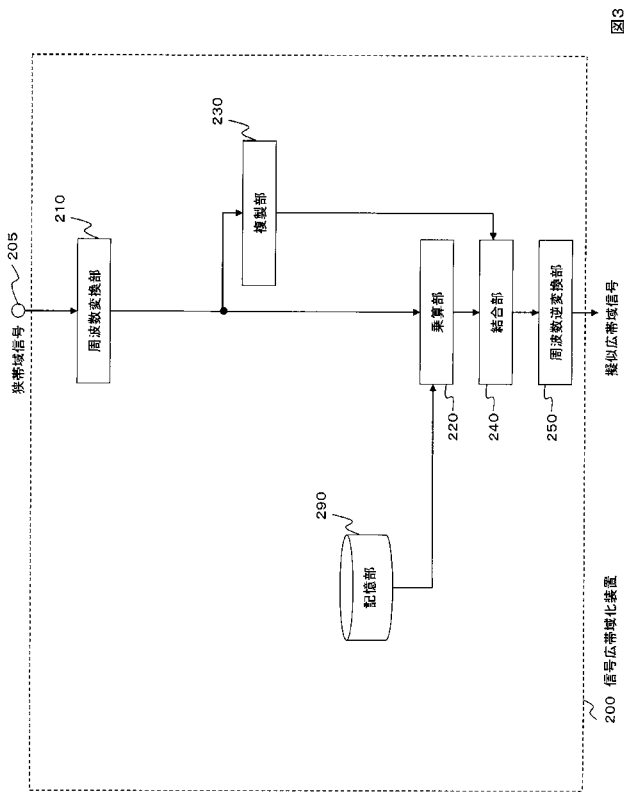


図 2

【図3】



【図4】

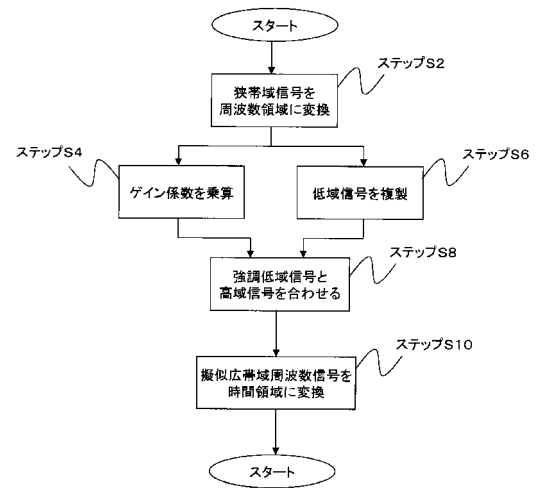
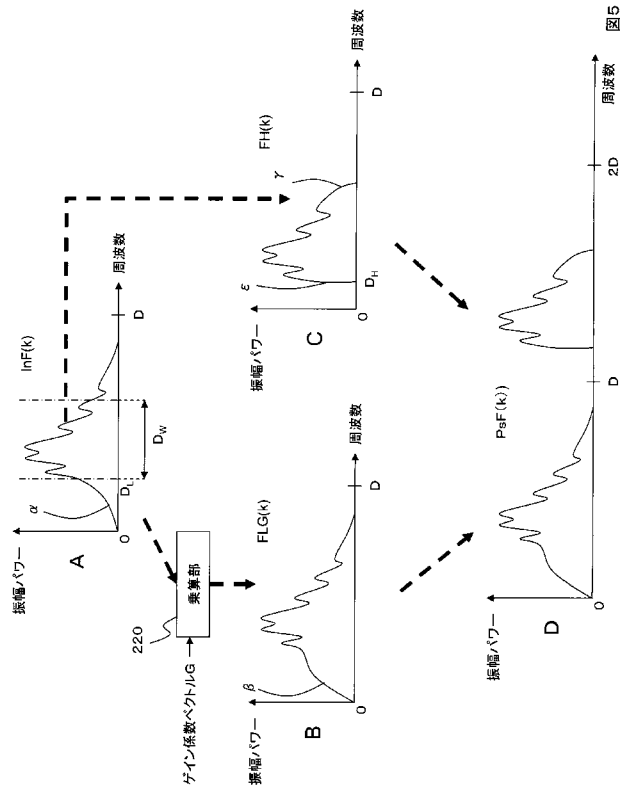


図4

【図5】



【図6】

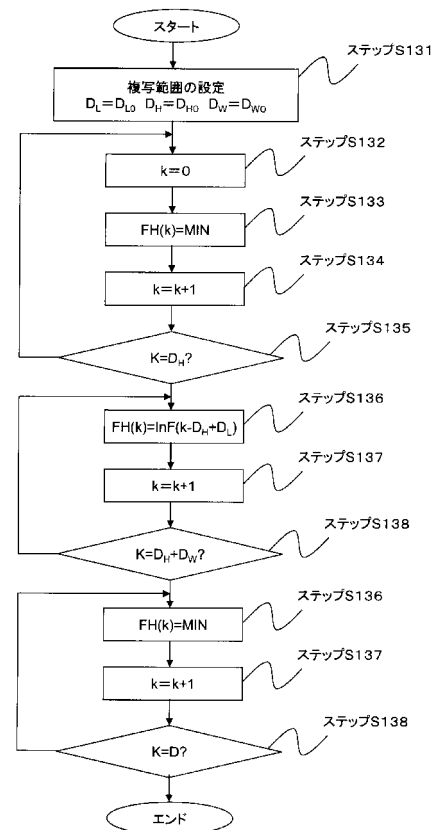


図6

【図 7】

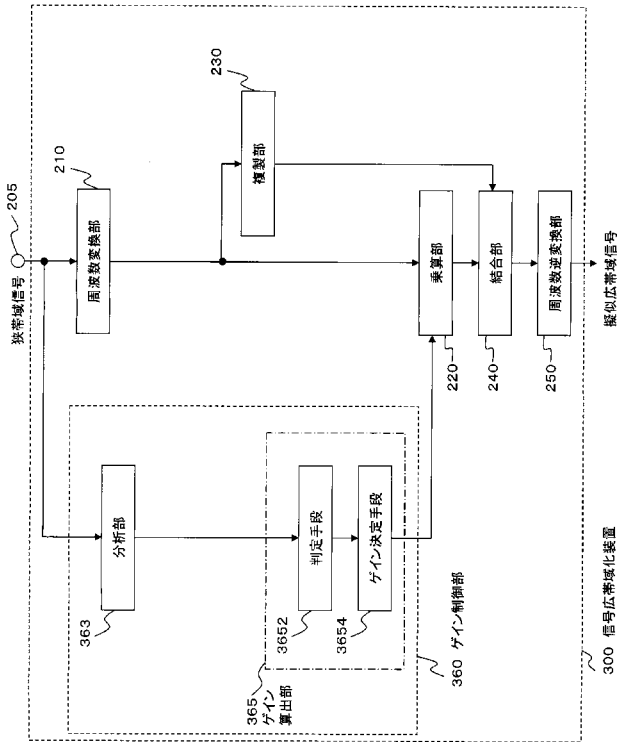


図 7

【図 8】

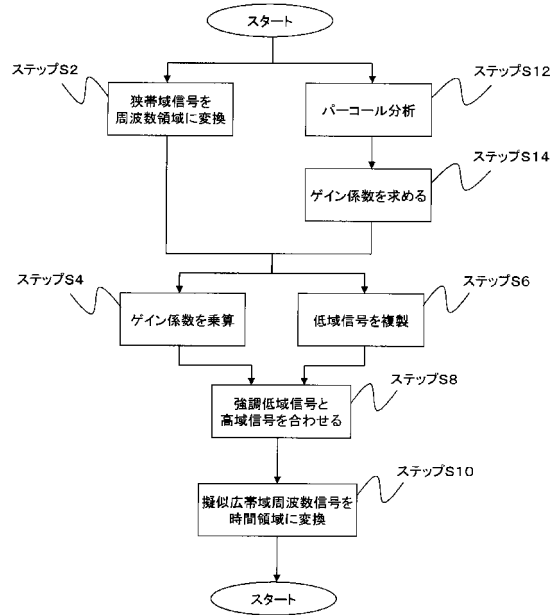


図 8

【図 9】

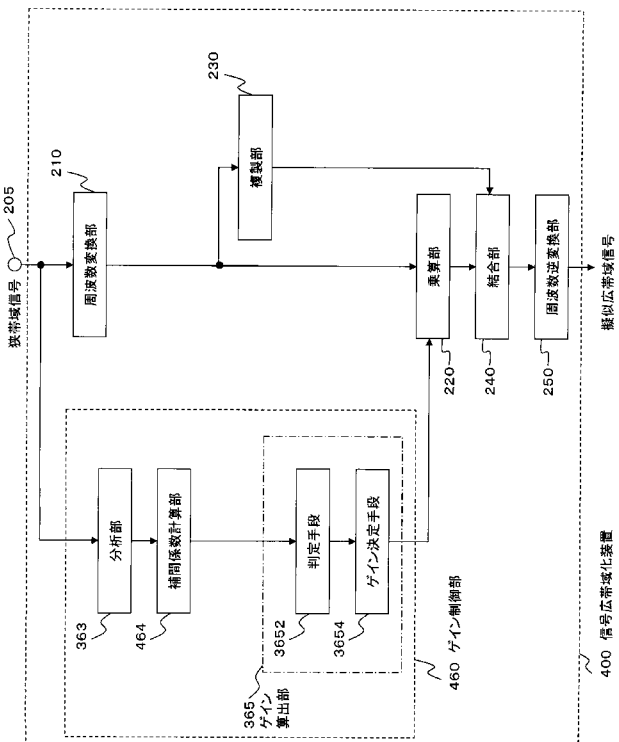


図 9

【図 10】

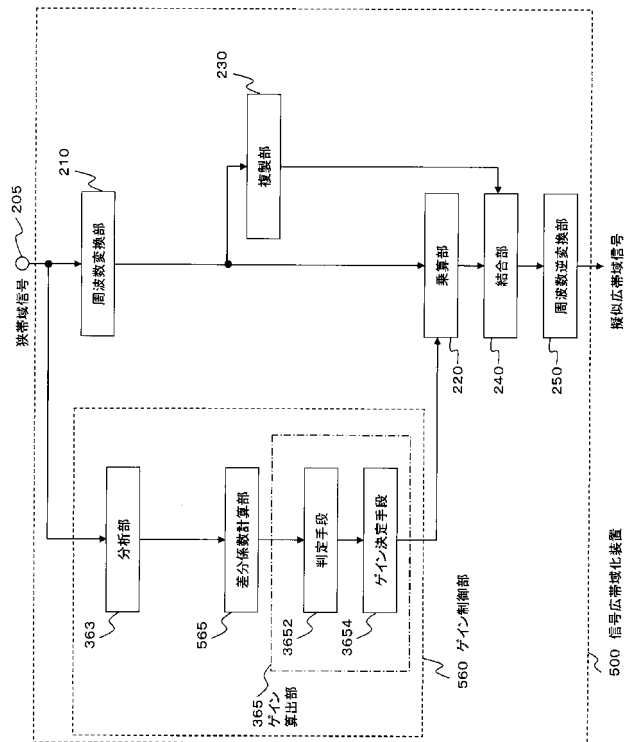
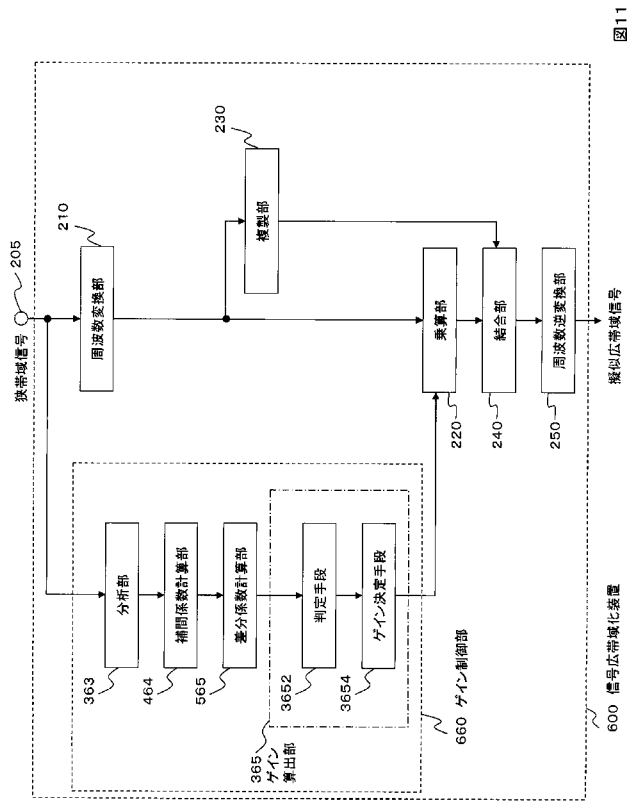


図 10

【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 大室 仲
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 日和▲崎▼ 祐介
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 羽田 陽一
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内