

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5898534号  
(P5898534)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl. F I  
G 1 O H 1/12 (2006.01) G 1 O H 1/12

請求項の数 4 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-54560 (P2012-54560)	(73) 特許権者	000001487
(22) 出願日	平成24年3月12日 (2012.3.12)		クラリオン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-190470 (P2013-190470A)		埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
(43) 公開日	平成25年9月26日 (2013.9.26)	(74) 代理人	100118094
審査請求日	平成27年2月23日 (2015.2.23)		弁理士 殿元 基城
		(72) 発明者	橋本 武志
			埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
			クラリオン株式会社内
		(72) 発明者	渡邊 哲生
			埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
			クラリオン株式会社内
		審査官	安田 勇太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響信号処理装置および音響信号処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力されたオーディオ信号に対して、フーリエ変換長とオーバーラップ長との差分時間ずつ時間シフトしながら短時間フーリエ変換を行うことにより、前記入力されたオーディオ信号を時間領域から周波数領域に変換して周波数スペクトル信号を求め、さらに、該周波数スペクトル信号に基づいて、第1振幅スペクトル信号と位相スペクトル信号とを生成するFFT手段と、

該FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号のアタック成分の制御を行うアタック成分制御手段と、

前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号の余韻成分の制御を行う余韻成分制御手段と、

前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号と、前記アタック成分制御手段によりアタック成分の制御が行われた第2振幅スペクトル信号と、前記余韻成分制御手段により余韻成分の制御が行われた第3振幅スペクトル信号とを合成する第1加算手段と、

該第1加算手段により合成された第4振幅スペクトル信号と、前記FFT手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて周波数スペクトル信号を求め、求められた該周波数スペクトル信号に短時間逆フーリエ変換処理とオーバーラップ加算とを行うことにより、周波数領域から時間領域に変換されたオーディオ信号を生成するIFFT手段と

10

20

を備え、

前記アタック成分制御手段は、

設定された第1カットオフ周波数に基づいて、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第1HPF手段と、

該第1HPF手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号のアタック成分を検出する第1リミッタ手段と、

設定された第1重み付け量に基づいて、前記第1リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号のアタック成分の重み付け処理を行う第1ゲイン手段とを有し、

10

前記余韻成分制御手段は、

設定された第2カットオフ周波数に基づいて、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第2HPF手段と、

該第2HPF手段においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号に-1を乗算して振幅の反転を行う振幅反転手段と、

該振幅反転手段により振幅の反転が行われた振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号の余韻成分を検出する第2リミッタ手段と、

設定された第2重み付け量に基づいて、前記第2リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号の余韻成分の重み付け処理を行う第2ゲイン手段とを有すること

20

を特徴とする音響信号処理装置。

#### 【請求項2】

前記第1加算手段により合成された前記第4振幅スペクトル信号のノイズ制御を行うノイズ制御手段を備え、

前記IFFT手段は、前記ノイズ制御手段によりノイズ制御処理された第5振幅スペクトル信号と、前記FFT手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成し、

前記ノイズ制御手段は、

設定された第3カットオフ周波数に基づいて、前記第1加算手段により合成された前記第4振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第3HPF手段と、

30

該第3HPF手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定する第3リミッタ手段と、

設定された0以上1以下の値からなる第3重み付け量に基づいて、前記第3リミッタ手段によりマイナス側の振幅が制限された前記振幅スペクトル信号の重み付け処理を行う第3Aゲイン手段と、

1から前記第3重み付け量の値を減じた重み付け量に基づいて、前記第1加算手段において合成された前記第4振幅スペクトル信号の重み付け処理を行う第3Bゲイン手段と、

前記第3Aゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号と、前記第3Bゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号とを合成して前記第5振幅スペクトル信号を生成する第2加算手段とを有すること

40

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】

入力されたオーディオ信号を時間領域から周波数領域に変換して周波数スペクトル信号を求めて、第1振幅スペクトル信号と位相スペクトル信号とを生成するFFT手段と、

該FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号のアタック成分の制御を行うアタック成分制御手段と、

前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号の余韻成分の制御を行う余韻成分制御手段と、

50

前記 F F T 手段により生成された前記第 1 振幅スペクトル信号と、前記アタック成分制御手段によりアタック成分の制御が行われた第 2 振幅スペクトル信号と、前記余韻成分制御手段により余韻成分の制御が行われた第 3 振幅スペクトル信号とを合成する第 1 加算手段と、

該第 1 加算手段により合成された第 4 振幅スペクトル信号と、前記 F F T 手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数領域から時間領域に変換されたオーディオ信号を生成する I F F T 手段とを備え、

前記入力されたオーディオ信号に対してアタック成分制御と余韻成分制御とを行う音響信号処理装置の音響信号処理方法であって、

前記 F F T 手段は、入力された前記オーディオ信号に対して、フーリエ変換長とオーバーラップ長との差分時間ずつ時間シフトしながら短時間フーリエ変換を行うことにより、前記周波数スペクトル信号を求め、さらに、当該周波数スペクトル信号に基づいて、前記第 1 振幅スペクトル信号と前記位相スペクトル信号とを生成し、

前記アタック成分制御手段は、

第 1 H P F 手段により、設定された第 1 カットオフ周波数に基づいて、前記 F F T 手段により生成された前記第 1 振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、

第 1 リミッタ手段により、前記第 1 H P F 手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して 0 に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号のアタック成分を検出し、

第 1 ゲイン手段により、設定された第 1 重み付け量に基づいて、前記第 1 リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号のアタック成分の重み付け処理を行い、

前記余韻成分制御手段は、

第 2 H P F 手段により、設定された第 2 カットオフ周波数に基づいて、前記 F F T 手段により生成された前記第 1 振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、

振幅反転手段により、前記第 2 H P F 手段においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号に - 1 を乗算して振幅の反転を行い、

第 2 リミッタ手段により、前記振幅反転手段により振幅の反転が行われた振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して 0 に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号の余韻成分を検出し、

第 2 ゲイン手段により、設定された第 2 重み付け量に基づいて、前記第 2 リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号の余韻成分の重み付け処理を行い、

前記第 1 加算手段は、前記第 1 振幅スペクトル信号と、前記第 1 ゲイン手段によりアタック成分の重み付け処理が行われた前記第 2 振幅スペクトル信号と、前記第 2 ゲイン手段により余韻成分の重み付け処理が行われた前記第 3 振幅スペクトル信号とを合成して前記第 4 振幅スペクトル信号を生成し、

前記 I F F T 手段は、前記第 4 振幅スペクトル信号と、前記 F F T 手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数スペクトル信号を求め、求められた該周波数スペクトル信号に短時間逆フーリエ変換処理とオーバーラップ加算とを行うことによって、周波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成すること

を特徴とする音響信号処理装置の音響信号処理方法。

#### 【請求項 4】

前記第 1 加算手段により合成された前記第 4 振幅スペクトル信号のノイズ制御を行うノイズ制御手段を備え、

前記 I F F T 手段は、前記ノイズ制御手段によりノイズ制御処理された第 5 振幅スペクトル信号と、前記 F F T 手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周

10

20

30

40

50

波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成し、

前記ノイズ制御手段は、

第3 H P F 手段により、設定された第3 カットオフ周波数に基づいて、前記第1 加算手段により合成された前記第4 振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、

第3 リミッタ手段により、前記第3 H P F 手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0 に設定し、

第3 A ゲイン手段により、設定された0 以上1 以下の値からなる第3 重み付け量に基づいて、前記第3 リミッタ手段によりマイナス側の振幅が制限された前記振幅スペクトル信号の重み付け処理を行い、

第3 B ゲイン手段により、1 から前記第3 重み付け量の値を減じた重み付け量に基づいて、前記第1 加算手段において合成された前記第4 振幅スペクトル信号の重み付け処理を行い、

第2 加算手段により、前記第3 A ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号と、前記第3 B ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号とを合成して前記第5 振幅スペクトル信号を生成すること

を特徴とする請求項3 に記載の音響信号処理装置の音響信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響信号処理装置および音響信号処理方法に関し、より詳細には、入力されるオーディオ信号におけるアタック音や余韻の強調・低減処理や、ノイズ低減処理などを行うことが可能な音響信号処理装置および音響信号処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

今日では、データの圧縮が行われたデジタル音声信号を用いて音楽の生成が行われることが多い。データ圧縮されたデジタル音声信号の1つとして、M P 3 (MPEG Audio Layer -3) がよく知られている。M P 3 は、デジタル技術によって音響データを扱うための圧縮技術の1つであり、今日では、携帯型音楽プレーヤーなどで多く用いられている。

【0003】

ところで、一般的なM P 3 などのデジタル音声信号では、伸長されたデジタル音声信号をそのままアナログ変換して出力するとアタック音(アタック成分)の劣化により、音質が損なわれてしまうという問題があった。このため、アタック音の信号出力を増幅させるデジタル信号処理装置が提案されている(例えば、特許文献1 参照)。

【0004】

このデジタル信号処理装置では、帯域分割フィルタを介して抽出された所定周波数領域の信号レベルと、予め設定されたスレッシュホールドレベルとを比較し、スレッシュホールド以上のデジタル信号を検出することによってアタック音を検出する。そして、デジタル信号処理装置は、検出されたアタック音を増幅し、増幅されたアタック音を帯域分割前のデジタル信号に合成することによって、アタック音を強調させる。

【0005】

このように、所定の周波数帯域に含まれるアタック音のみをその信号レベルに応じて増幅して強調することができるので、例えば、低域アタック音を増幅する場合には、ドラムなどの迫力ある音の躍動感を増加させることができる。また、高域アタック音を増幅する場合には、シンバルなどの音をより透明感のあるクリアな音にすることができる。

【0006】

このように、アタック音のみをその信号レベルに応じて増幅して強調することにより、総じてメリハリのある表現を出力音に発現させることが可能となる。このため、アタック音の劣化が激しいM P 3 などの圧縮音声の高音質化に高い効果を発揮することができる。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-36710号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述したデジタル信号処理装置では、音源に含まれるアタック音を、所定のスレッシュヨ  
ルドに基づいて検出している。しかしながら、音源はあらゆる振幅レベルで収録されてい  
るので、スレッシュヨルドだけで十分にアタック音を検出することが困難であった。

【0009】

また、楽器音と音声とが含まれている音源においては、双方が合成されて音源の振幅が  
示されるため、スレッシュヨルドにより楽器音のアタック音と音声の信号レベルとを識別す  
ることが困難であり、楽器音のアタック音だけでなく音声信号まで増幅されてしまうおそ  
れがあった。

【0010】

さらに、楽器音等は、波形の立ち上がり時のアタック音とその後に持続する余韻（余韻  
成分）によって形成されるが、上述したデジタル信号処理装置では、アタック音の制御の  
みを行うことを特徴としており、余韻において特に制御は行われていない。このため、ア  
タック音の増幅によりメリハリのある出力音を実現することは可能であるが、メリハリ感  
のみが余韻に比べて強く強調されすぎてしまうおそれがあった。

【0011】

また、上述したデジタル信号処理装置では、所定の周波数領域を一様に増幅する従来の  
イコライザなどの増幅方式に比べて、S/N比（信号とノイズの比）を下げずに出力音を  
強調することが可能である。しかしながら、音源の収録環境においてノイズが常に存在す  
る場合、特に、アタック音の抽出帯域において定常的なノイズが含まれる場合には、ノイ  
ズが含まれたアタック音をブーストして合成してしまうおそれがあるので、S/N比が大  
きく低下するおそれがあった。

【0012】

さらに、音楽の聴取において、聴取者にとっての良好な音は嗜好によるものが大きい。  
このため、メリハリのある音を好む聴取者もいれば、メリハリのある音を耳障りと感じる  
聴取者も存在する。余韻においても余韻の多く含まれる音を好む聴取者もいれば、好ま  
ない聴取者も存在する。また、音源そのものに含まれる定常的な信号成分（響き）や音源の  
収録環境に含まれる定常的なノイズ成分を含めた音を、臨場感のある音として好む聴取  
者もいれば、クリアな音を好む聴取者も存在する。このため、上述したデジタル信号処理装  
置を用いて、単にアタック音の増幅によりメリハリのある音を実現するだけでは、多様な聴  
取者の嗜好（要望）を必ずしも満たすことが容易ではないという問題があった。

【0013】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、楽器音等の音源に含まれるアタック  
音と、その後に持続する余韻と、収録環境の定常的なノイズ成分や音源に含まれる定常  
的な信号成分とを調節することにより、聴取者の嗜好にあった出力音を作り出すことが可能  
な音響信号処理装置および音響信号処理方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明に係る音響信号処理装置は、入力されたオーディオ  
信号に対して、フーリエ変換長とオーバーラップ長との差分時間ずつ時間シフトしながら  
短時間フーリエ変換を行うことにより、差分時間ずつ時間が異なる複数の振幅スペクトル  
を求め、求められた各振幅スペクトルの周波数毎の時間変動を求めることにより、前記入  
力されたオーディオ信号を時間領域から周波数領域に変換して周波数スペクトル信号を求  
め、さらに、該周波数スペクトル信号に基づいて、第1振幅スペクトル信号と位相スペク  
トル信号とを生成するFFT手段と、該FFT手段により生成された前記第1振幅スペク

10

20

30

40

50

トル信号のアタック成分の制御を行うアタック成分制御手段と、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号の余韻成分の制御を行う余韻成分制御手段と、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号と、前記アタック成分制御手段によりアタック成分の制御が行われた第2振幅スペクトル信号と、前記余韻成分制御手段により余韻成分の制御が行われた第3振幅スペクトル信号とを合成する第1加算手段と、該第1加算手段により合成された第4振幅スペクトル信号と、前記FFT手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて周波数スペクトル信号を求め、求められた該周波数スペクトル信号に短時間逆フーリエ変換処理とオーバーラップ加算とを行うことによって、周波数領域から時間領域に変換されたオーディオ信号を生成するIFFT手段とを備え、前記アタック成分制御手段は、設定された第1カットオフ周波数に基づいて、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第1HPF手段と、該第1HPF手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号のアタック成分を検出する第1リミッタ手段と、設定された第1重み付け量に基づいて、前記第1リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号のアタック成分の重み付け処理を行う第1ゲイン手段とを有し、前記余韻成分制御手段は、設定された第2カットオフ周波数に基づいて、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第2HPF手段と、該第2HPF手段においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号に-1を乗算して振幅の反転を行う振幅反転手段と、該振幅反転手段により振幅の反転が行われた振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号の余韻成分を検出する第2リミッタ手段と、設定された第2重み付け量に基づいて、前記第2リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号の余韻成分の重み付け処理を行う第2ゲイン手段とを有することを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係る音響信号処理方法は、入力されたオーディオ信号を時間領域から周波数領域に変換して周波数スペクトル信号を求めて、第1振幅スペクトル信号と位相スペクトル信号とを生成するFFT手段と、該FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号のアタック成分の制御を行うアタック成分制御手段と、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号の余韻成分の制御を行う余韻成分制御手段と、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号と、前記アタック成分制御手段によりアタック成分の制御が行われた第2振幅スペクトル信号と、前記余韻成分制御手段により余韻成分の制御が行われた第3振幅スペクトル信号とを合成する第1加算手段と、該第1加算手段により合成された第4振幅スペクトル信号と、前記FFT手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数領域から時間領域に変換されたオーディオ信号を生成するIFFT手段とを備え、前記入力されたオーディオ信号に対してアタック成分制御と余韻成分制御とを行う音響信号処理装置の音響信号処理方法であって、前記FFT手段は、入力された前記オーディオ信号に対して、フーリエ変換長とオーバーラップ長との差分時間ずつ時間シフトしながら短時間フーリエ変換を行うことにより、差分時間ずつ時間が異なる複数の振幅スペクトルを求め、求められた各振幅スペクトルの周波数毎の時間変動を求めることにより前記周波数スペクトル信号を求め、さらに、当該周波数スペクトル信号に基づいて、前記第1振幅スペクトル信号と前記位相スペクトル信号とを生成し、前記アタック成分制御手段は、第1HPF手段により、設定された第1カットオフ周波数に基づいて、前記FFT手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、第1リミッタ手段により、前記第1HPF手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号のアタック成分を検出し、第1ゲイン手段により、設定された第1重み付け量に基づいて、前記第1リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号のアタック成分の重み

10

20

30

40

50

付け処理を行い、前記余韻成分制御手段は、第2 H P F手段により、設定された第2カットオフ周波数に基づいて、前記F F T手段により生成された前記第1振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、振幅反転手段により、前記第2 H P F手段においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号に-1を乗算して振幅の反転を行い、第2リミッタ手段により、前記振幅反転手段により振幅の反転が行われた振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して0に設定することによって、スペクトル毎に振幅スペクトル信号の余韻成分を検出し、第2ゲイン手段により、設定された第2重み付け量に基づいて、前記第2リミッタ手段により検出された振幅スペクトル信号の余韻成分の重み付け処理を行い、前記第1加算手段は、前記第1振幅スペクトル信号と、前記第1ゲイン手段によりアタック成分の重み付け処理が行われた前記第2振幅スペクトル信号と、前記第2ゲイン手段により余韻成分の重み付け処理が行われた前記第3振幅スペクトル信号とを合成して前記第4振幅スペクトル信号を生成し、前記I F F T手段は、前記第4振幅スペクトル信号と、前記F F T手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数スペクトル信号を求め、求められた該周波数スペクトル信号に短時間逆フーリエ変換処理とオーバーラップ加算とを行うことによって、周波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成することを特徴とする。

10

**【0016】**

本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法では、アタック成分制御手段における第1ゲイン手段の第1重み付け量を調整することにより、オーディオ信号のアタック成分（アタック音）の増強・低減を行うことができ、さらに、第1 H P F手段において、第1カットオフ周波数を調整することにより、アタック成分の制御時間（増強時間、低減時間）を変化させることができる。このため、アタック成分を信号レベルに応じて増幅して強調することにより、総じてメリハリのある表現を出力音に発現させることが可能となる。また、一般的なM P 3などのデジタル音声信号において劣化するおそれのあるアタック成分の制御を行うことにより、デジタル音声信号の音質向上を図ることが可能となる。

20

**【0017】**

また、本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法では、余韻成分制御手段における第2ゲイン手段の第2重み付け量を調整することにより、オーディオ信号の余韻成分（余韻）の増強・低減を行うことができ、さらに、第2 H P F手段において、第2カットオフ周波数を調整することにより、余韻の制御時間（増強時間、低減時間）を変化させることができる。このため、聴取者の好みに応じ、余韻を強調させたり低減させたりすることが可能となる。

30

**【0018】**

さらに、アタック成分制御手段によるアタック成分の制御処理および余韻成分制御手段による余韻成分の制御処理は、周波数領域の振幅スペクトル毎の変化量に基づいて行われる。このため、従来技術のようなスレッシュホールドを用いてアタック音などを識別する場合のように、音源の振幅レベルによって検出状態が大きく左右されてしまうことがない。

**【0019】**

また、アタック成分制御手段および余韻成分制御手段におけるカットオフ周波数（第1カットオフ周波数および第2カットオフ周波数）の設定や重み付け量（第1重み付け量および第2重み付け量）の設定は、振幅スペクトル毎に個別に設定することもできるので、周波数帯域を複数の帯域に分けて、それぞれ設定することも可能である。

40

**【0020】**

例えば、入力されるオーディオ信号を低域、中域、高域の3つの帯域に分け、低域では、アタック成分を増強して余韻を低減することで、ドラム等の迫力と応答性のある音を再現し、中域では余韻成分を増強して音声の響きを強調し、高域ではアタック成分を増強することで、シンバルなどの音がより透明感のあるクリアな音にすることが可能となる。

**【0021】**

また、上述した音響信号処理装置は、前記第1加算手段により合成された前記第4振幅

50

スペクトル信号のノイズ制御を行うノイズ制御手段を備え、前記 I F F T 手段は、前記ノイズ制御手段によりノイズ制御処理された第 5 振幅スペクトル信号と、前記 F F T 手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成し、前記ノイズ制御手段は、設定された第 3 カットオフ周波数に基づいて、前記第 1 加算手段により合成された前記第 4 振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行う第 3 H P F 手段と、該第 3 H P F 手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して 0 に設定する第 3 リミッタ手段と、設定された 0 以上 1 以下の値からなる第 3 重み付け量に基づいて、前記第 3 リミッタ手段によりマイナス側の振幅が制限された前記振幅スペクトル信号の重み付け処理を行う第 3 A ゲイン手段と、1 から前記第 3 重み付け量の値を減じた重み付け量に基づいて、前記第 1 加算手段において合成された前記第 4 振幅スペクトル信号の重み付け処理を行う第 3 B ゲイン手段と、前記第 3 A ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号と、前記第 3 B ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号とを合成して前記第 5 振幅スペクトル信号を生成する第 2 加算手段とを有するものであってもよい。

10

**【 0 0 2 2 】**

さらに、上述した音響信号処理方法は、前記第 1 加算手段により合成された前記第 4 振幅スペクトル信号のノイズ制御を行うノイズ制御手段を備え、前記 I F F T 手段は、前記ノイズ制御手段によりノイズ制御処理された第 5 振幅スペクトル信号と、前記 F F T 手段により生成された前記位相スペクトル信号とに基づいて、周波数領域から時間領域に変換された前記オーディオ信号を生成し、前記ノイズ制御手段は、第 3 H P F 手段により、設定された第 3 カットオフ周波数に基づいて、前記第 1 加算手段により合成された前記第 4 振幅スペクトル信号に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理を行い、第 3 リミッタ手段により、前記第 3 H P F 手段によりハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して 0 に設定し、第 3 A ゲイン手段により、設定された 0 以上 1 以下の値からなる第 3 重み付け量に基づいて、前記第 3 リミッタ手段によりマイナス側の振幅が制限された前記振幅スペクトル信号の重み付け処理を行い、第 3 B ゲイン手段により、1 から前記第 3 重み付け量の値を減じた重み付け量に基づいて、前記第 1 加算手段において合成された前記第 4 振幅スペクトル信号の重み付け処理を行い、第 2 加算手段により、前記第 3 A ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号と、前記第 3 B ゲイン手段により重み付け処理が行われた振幅スペクトル信号とを合成して前記第 5 振幅スペクトル信号を生成するものであってもよい。

20

30

**【 0 0 2 3 】**

本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法では、ノイズ制御手段において第 3 A ゲイン手段および第 3 B ゲイン手段の重み付け量を調整することにより、ノイズ低減量の調整を行うことができる。さらに、第 3 H P F 手段において、第 3 カットオフ周波数を調整することにより、ノイズの D C 成分を抑圧（抑制）することができる。このため、音源の収録環境や音源そのものに含まれる定常的なノイズを調節することが可能となる。

**【 0 0 2 4 】**

また、ノイズ制御手段によるノイズ低減処理は、周波数領域の振幅スペクトル毎の変化量に基づいて行われるため、従来技術のようなスレッシュホールドを用いてアタック音などを識別する場合のように、音源の振幅レベルによって検出状態が大きく左右されてしまうことがない。

40

**【 0 0 2 5 】**

さらに、音源そのものに含まれる定常的な信号成分や音源の収録環境に含まれる定常的なノイズ成分が含まれるオーディオ信号を再生した場合は、ノイズ等が収録環境の臨場感となって聴取される場合があるが、その一方で、楽器音や音声の鮮明感が低下してしまう傾向がある。この場合において、本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法を用いることによって、ノイズ制御手段でノイズ制御を行ってノイズ量の低減調節を行う

50

ことができるので、臨場感をある程度維持したまま、楽器音や音声の音響成分をクリアな音で出力することが可能となる。

【発明の効果】

【0026】

本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法では、楽器音等の音源に含まれるアタック成分（アタック音）とその後に持続する余韻成分（余韻）、収録環境の定常的なノイズ成分や音源に含まれる定常的な信号成分を調節することができるので、多様な聴取者の嗜好に対応することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】実施の形態に係る音響信号処理装置の概略構成を示したブロック図である。

【図2】実施の形態に係るFFT部へ入力されるオーディオ信号と、このオーディオ信号に対して短時間フーリエ変換処理を行う場合のフーリエ変換長Nとオーバーラップ長Mを示した図である。

【図3】実施の形態に係るFFT部における時間シフト毎の振幅スペクトルを示した図である。

【図4】実施の形態に係るFFT部における振幅スペクトルの時間変動を示した図である。

【図5】実施の形態に係る周波数スペクトル領域フィルタリング部の概略構成を示したブロック図である。

【図6】実施の形態に係る音響信号処理装置の処理が、周波数毎に実行される状態を説明するための図である。

【図7】(a)は、第1ゲイン部および第2ゲイン部で設定される重み付け量に対応する増強量・低減量の関係を示した図である。(b)は、第1HPF部および第2HPF部において設定されるカットオフ周波数と、設定されたカットオフ周波数に応じて変化するアタック音または余韻の制御時間との関係を示した図である。

【図8】(a)は、ノイズ制御部の第3Aゲイン部における重み付け量とノイズ低減量との関係を示した図である。(b)は、音響信号処理に用いられる入力されたオーディオ信号の信号状態の一例を示した図である。

【図9】(a)は、アタック音制御部の第1HPF部と第1リミッタ部のみを動作させたときの出力信号を示した図である。(b)は、第1HPF部と第1リミッタ部を動作させ、第1ゲイン部の重み付け量の値を1に設定したオーディオ信号と周波数スペクトル領域フィルタリング部に入力されたオーディオ信号とを合成した信号を示した図である。

【図10】(a)は、アタック音制御部の第1HPF部と第1リミッタ部を動作させ、第1ゲイン部の重み付け量の値を-1に設定したオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部に入力されたオーディオ信号とを合成した信号を示した図である。(b)は、図9(b)に示す信号の設定条件において、第1HPF部のカットオフ周波数を2.5Hzから1.25Hzへと変更した場合の合成された信号を示した図である。

【図11】(a)は、余韻制御部の第2HPF部、振幅反転部および第2リミッタ部のみを動作させたときの出力信号を示した図である。(b)は、図9(b)に示す信号と、第2HPF部、振幅反転部および第2リミッタ部を動作させ、第2ゲイン部の重み付け量の値を-1に設定したオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部に入力されたオーディオ信号とを合成した信号を示した図である。

【図12】アタック音制御部でアタック音の低減が行われた図10(a)に示すオーディオ信号と、余韻制御部において第2HPF部、振幅反転部および第2リミッタ部を動作させ、第2ゲイン部の重み付け量の値を1に設定したオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部に入力されたオーディオ信号とを合成した信号を示した図である。

【図13】(a)は、入力されたオーディオ信号にノイズとして定常性のある1.2kHzの正弦波を加えた入力信号を示した図である。(b)は、ノイズ制御部で(a)に示す信号に対してノイズ制御処理を行った信号を示した図である。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0028】

以下、本発明に係る音響信号処理装置の一例を示して、詳細に説明を行う。図1は、音響信号処理装置の概略構成を示したブロック図である。音響信号処理装置1は、図1に示すように、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 部 (FFT手段) 2と、周波数スペクトル領域フィルタリング部3と、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 逆高速フーリエ変換) 部 (IFFT手段) 4とを有している。図示を省略したオーディオ信号再生装置によって再生されたオーディオ信号は、音響信号処理装置1のFFT部2へと入力され、音響信号処理装置1において、音響処理が行われた信号は、IFFT部4より出力されて、図示を省略したスピーカより出力される。

10

## 【0029】

## [FFT部]

FFT部2は、入力されたオーディオ信号に対して、オーバーラップ処理と窓関数により重み付けを行った後、短時間フーリエ変換処理により、時間領域から周波数領域に変換して、実数と虚数の周波数スペクトルを求める。また、FFT部2は、求められた周波数スペクトルを振幅スペクトル信号 (第1振幅スペクトル信号) と位相スペクトル信号に変換する。FFT部2は、振幅スペクトル信号 (第1振幅スペクトル信号) を、周波数スペクトル領域フィルタリング部3に出力し、位相スペクトル信号をIFFT部4に出力する。

## 【0030】

図2には、入力されるオーディオ信号と、このオーディオ信号に対して短時間フーリエ変換処理を行う場合のフーリエ変換長Nとオーバーラップ長Mとを示した図である。FFT部2は、図2に示すように、フーリエ変換長Nとオーバーラップ長Mとの差分時間ずつ時間シフトしながら短時間フーリエ変換を行う。具体的には、図2に示すように、フーリエ変換長Nとオーバーラップ長Mとの差分時間ずつ時間をシフト (時間  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, \dots$ ) した  $t_n$  ( $n = 1, 2, \dots, n$ ) 個の周波数スペクトルを求める。

20

## 【0031】

図3は、時間シフト毎の振幅スペクトルを示した図である。具体的に、図3には、時間  $t_1$  の振幅スペクトルと、時間  $t_2$  の振幅スペクトルと、時間  $t_3$  の振幅スペクトルとが示されており、周波数毎 ( $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, \dots, f_{n-1}, f_n$ ) の振幅が示されている。音楽等の非定常的な信号がオーディオ信号としてFFT部2に入力された場合には、図3に示すように、時間シフト毎にそれぞれの振幅スペクトルが変動することになる。フーリエ変換長Nの場合には、振幅スペクトルの総数はN個となる。

30

## 【0032】

図4は、振幅スペクトルの時間変動を示した図である。具体的に、図4には、周波数  $f_1$  の振幅スペクトルの時間変動と、周波数  $f_2$  の時間変動と、周波数  $f_3$  の時間変動とが示されており、時間変動毎 ( $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, \dots, t_k$ ) の振幅が示されている。時間のシフト間隔は、周波数スペクトルのサンプリング周波数となる。

40

## 【0033】

## [周波数スペクトル領域フィルタリング部]

図5は、周波数スペクトル領域フィルタリング部3の概略構成を示したブロック図である。周波数スペクトル領域フィルタリング部3は、図5に示すように、アタック音制御部 (アタック成分制御手段) 10と、余韻制御部 (余韻成分制御手段) 20と、ノイズ制御部 (ノイズ制御手段) 30と、第1加算部 (第1加算手段) 40と、第4リミッタ部41とを有している。

## 【0034】

FFT部2から周波数スペクトル領域フィルタリング部3に向けて出力された振幅スペクトル信号 (第1振幅スペクトル信号) の一部は、アタック音制御部10と、余韻制御部

50

20 とにそれぞれ入力される。アタック音制御部 10 および余韻制御部 20 において処理された各振幅スペクトル信号（第 2 振幅スペクトル信号、第 3 振幅スペクトル信号）は、第 1 加算部 40 へそれぞれ出力される。また、FFT 部 2 から周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 へ出力された振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）の残りは、直接に第 1 加算部 40 へと出力される。

【0035】

ここで、周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 は、FFT 部 2 から入力されたオーディオ信号（第 1 振幅スペクトル信号）を振幅スペクトル毎に、フィルタリング処理や振幅制限処理、振幅重み付け処理を行うものであり、入力されたオーディオ信号の位相スペクトルについては、図 1 に示すように、処理を行わない。

10

【0036】

[アタック音制御部]

アタック音制御部 10 は、第 1 H P F（High-pass filter：ハイパスフィルタ）部（第 1 H P F 手段）11 と、第 1 リミッタ部（第 1 リミッタ手段）12 と、第 1 ゲイン部（第 1 ゲイン手段）13 とを有している。

【0037】

第 1 H P F 部 11 は、入力された振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理、すなわち微分処理を行う。第 1 リミッタ部 12 は、ハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して、0 に設定する。このようにマイナス側の振幅を 0 に設定することによって、スペクトル毎の信号の立ち上がり成分、すなわちアタック成分（アタック音）を検出することが可能となる。

20

【0038】

なお、第 1 H P F 部 11 において設定されるカットオフ周波数（第 1 カットオフ周波数）の値が大きくなるほど、アタック音の制御時間は短くなり、小さくなると制御時間が長くなる。カットオフ周波数は、図 1 に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。

【0039】

第 1 ゲイン部 13 は、第 1 リミッタ部 12 により検出された振幅スペクトル信号のアタック成分の重み付け（乗算）を行う。第 1 ゲイン部 13 により重み付けが行われた信号は、第 1 加算部 40 へと出力される。第 1 加算部 40 において、もとの振幅スペクトル信号（アタック音制御部 10 および余韻制御部 20 において音響処理されていない振幅スペクトル信号：第 1 振幅スペクトル信号）に対して、アタック音制御部 10 でアタック成分の音響処理が行われた振幅スペクトル信号（第 2 振幅スペクトル信号）が合成されることによって、重み付け量（第 1 重み付け量）がプラスの値の場合には、もとの振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）に対してアタック音の増強が行われ、マイナスの値の場合にはアタック音の低減が行われる。

30

【0040】

さらに、重み付け量のプラスまたはマイナスの値が大きくなるほど増強または低減の度合いが大きくなる。この重み付け量（第 1 重み付け量）は、図 1 に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。本実施の形態では、後述するように - 1 以上 1 以下の値が設定される。

40

【0041】

[余韻制御部]

余韻制御部 20 は、第 2 H P F 部（第 2 H P F 手段）21 と、振幅反転部（振幅反転手段）22 と、第 2 リミッタ部（第 2 リミッタ手段）23 と、第 2 ゲイン部（第 2 ゲイン手段）24 とを有している。

【0042】

第 2 H P F 部 21 は、入力された振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理、すなわち微分処理を行う。振幅反転

50

部 2 2 は、第 2 H P F 部 2 1 においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号に - 1 を乗算して、振幅の反転を行う。

【 0 0 4 3 】

第 2 リミッタ部 2 3 は、振幅の反転が行われた振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して、0 に設定する。このようにマイナス側の振幅を 0 に設定することによって、スペクトル毎の信号の立ち下がり成分、すなわち余韻成分を検出することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

なお、第 2 H P F 部 2 1 において設定されるカットオフ周波数（第 2 カットオフ周波数）の値が大きくなるほど、余韻の制御時間は短くなり、小さくなると制御時間が長くなる。カットオフ周波数は、図 1 に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。

【 0 0 4 5 】

第 2 ゲイン部 2 4 は、第 2 リミッタ部 2 3 により検出された振幅スペクトル信号の余韻成分の重み付け（乗算）を行う。第 2 ゲイン部 2 4 により重み付けが行われた信号は、第 1 加算部 4 0 へと出力される。第 1 加算部 4 0 において、もとの振幅スペクトル信号（アタック音制御部 1 0 および余韻制御部 2 0 において音響処理されていない振幅スペクトル信号：第 1 振幅スペクトル信号）に対して、余韻制御部 2 0 で余韻成分の音響処理が行われた振幅スペクトル信号が合成されることによって、重み付け量（第 2 重み付け量）がプラスの値の場合にはもとの振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）に対して余韻の増強が行われ、マイナスの値の場合には余韻の低減が行われる。

【 0 0 4 6 】

さらに、重み付け量のプラスまたはマイナスの値が大きくなるほど増強または低減の度合いが大きくなる。この重み付け量（第 2 重み付け量）は、図 1 に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。本実施の形態では、後述するように - 1 以上 1 以下の値が設定される。

【 0 0 4 7 】

[ 第 1 加算部 ]

第 1 加算部 4 0 は、アタック音制御部 1 0 においてアタック音の音響処理が行われた振幅スペクトル信号（第 2 振幅スペクトル信号）と、余韻制御部 2 0 において余韻の音響処理が行われた振幅スペクトル信号（第 3 振幅スペクトル信号）と、F F T 部 2 より入力されたもとの振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）とを合成する役割を有している。第 1 加算部 4 0 において合成された振幅スペクトル信号（第 4 振幅スペクトル信号）は、もとの振幅スペクトル信号（第 1 振幅スペクトル信号）に対して、アタック音および余韻の増強あるいは低減がなされた状態となって、ノイズ制御部 3 0 へ出力される。

【 0 0 4 8 】

[ ノイズ制御部 ]

ノイズ制御部 3 0 は、S / N 比を向上させる役割を有している。ノイズ制御部 3 0 は、第 3 H P F 部（第 3 H P F 手段）3 1 と、第 3 リミッタ部（第 3 リミッタ手段）3 2 と、第 3 A ゲイン部（第 3 A ゲイン手段）3 3 と、第 3 B ゲイン部（第 3 B ゲイン手段）3 4 と、第 2 加算部（第 2 加算手段）3 5 とを有している。第 1 加算部 4 0 において合成された振幅スペクトル信号（第 4 振幅スペクトル信号）は、第 3 H P F 部 3 1 と第 3 B ゲイン部 3 4 とにそれぞれ出力される。

【 0 0 4 9 】

第 3 H P F 部 3 1 は、第 1 加算部 4 0 において合成された振幅スペクトル信号（第 4 振幅スペクトル信号）に対して、スペクトル毎にハイパスフィルタリング処理、すなわち微分処理を行う。第 3 リミッタ部 3 2 は、ハイパスフィルタリング処理された振幅スペクトル信号のマイナス側の振幅を制限して、0 に設定する。

【 0 0 5 0 】

第 3 H P F 部 3 1 および第 3 リミッタ部 3 2 によって、同一周波数の振幅スペクトルにおいて、C W（Constant Wave）等の定常的に存在する信号をノイズと判断し、微分処理

10

20

30

40

50

により定常成分すなわちDC (Direct Current) 成分を抑圧することが可能となる。一般に、ハイパスフィルタのカットオフ周波数(第3カットオフ周波数)が小さくなるほど、DC近傍を抑圧することになるため、より定常性のある信号を抑圧(抑制)することが可能となる。

【0051】

第3HPF部31では、後述するように、第1HPF部11および第2HPF部21において設定されるカットオフ周波数(第1カットオフ周波数、第2カットオフ周波数)よりも低い周波数がカットオフ周波数(第3カットオフ周波数)として設定される。カットオフ周波数は、図1に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。

【0052】

定常成分を抑圧された信号は、第3Aゲイン部33で重み付けを行い、第2加算部35へ出力される。一方で、第3Bゲイン部34には、第3HPF部31とは別に、第1加算部40において合成された振幅スペクトル信号(第4振幅スペクトル信号)が入力される。第3Bゲイン部34では、入力された振幅スペクトル信号に対して重み付けを行った後に、第2加算部35へ信号を出力する。

【0053】

第2加算部35は、第3Aゲイン部33において重み付けされた振幅スペクトル信号と、第3Bゲイン部34において重み付けされた振幅スペクトル信号とを合成する処理を行う。第2加算部35において合成された信号は、第3Aゲイン部33と第3Bゲイン部34との重み付け処理によって、ノイズ低減量の調整が行われた信号(第5振幅スペクトル信号)となる。

【0054】

第3Aゲイン部33の重み付け量(第3重み付け量)と、第3Bゲイン部34の重み付け量とを、図1に示すようにパラメータとして設定することが可能となっている。本実施の形態では、第3Aゲイン部33の重み付け量(第3重み付け量)として0以上1以下の値が設定され、第3Bゲイン部34の重み付け量として、1から第3Aゲイン部33で設定される重み付け量(第3重み付け量)を減算した値が設定される。

【0055】

S/N比を大きく向上させる場合には、例えば、第3Aゲイン部33の重み付け量を1に設定し、第3Bゲイン部34の重み付け量を0( $1 - 1 = 0$ )に設定する。また、S/N比をやや向上させる場合には、例えば、第3Aゲイン部33の重み付け量を0.5に設定し、第3Bゲイン部34の重み付け量を0.5( $1 - 0.5 = 0.5$ )に設定する。

【0056】

[第4リミッタ部]

第4リミッタ部41は、第2加算部35における合成処理が行われた信号(第5振幅スペクトル信号)の振幅が、より詳細には、アタック音制御部10によりアタック音の調整が行われ、余韻制御部20により余韻の調整が行われ、ノイズ制御部30によりノイズ低減量の調整が行われた信号の振幅が、マイナスの値にならないように調整を行う役割を有している。第4リミッタ部41は、マイナス側の振幅を制限して、0に設定する。

【0057】

上述したアタック音制御部10、余韻制御部20、第1加算部40、ノイズ制御部30および第4リミッタ部41による音響処理は、振幅スペクトル毎に行われる。従って、図6のように、周波数スペクトル信号が、周波数毎( $f_1, f_2, \dots, f_n$ )に、アタック音制御部10、余韻制御部20、第1加算部40、ノイズ制御部30および第4リミッタ部41により、アタック音の調整、余韻の調整およびノイズ低減量の調整がそれぞれになされて、周波数毎に出力される( $f_1', f_2', \dots, f_n'$ )ことになる。フーリエ変換長Nが1, 024の場合には、周波数毎の数が1, 024となり、1, 024個の周波数スペクトル信号が処理されることになる。

【0058】

第4リミッタ部41において振幅調整が行われた周波数スペクトル信号は、IFFT部

10

20

30

40

50

4へ出力される。

【0059】

[IFFT部]

IFFT部4は、周波数スペクトル領域フィルタリング部3においてフィルタリング処理された振幅スペクトル信号と、FFT部2より出力される位相スペクトル信号とに基づいて、取得した信号を実数と虚数との周波数スペクトルに変換する。取得した信号を周波数スペクトルに変換した後、IFFT部4は、窓関数により重み付けを行い、短時間逆フーリエ変換処理とオーバーラップ加算とを行うことによって、周波数領域から時間領域に信号を変換する。このようにして周波数領域から時間領域へと変換されたオーディオ信号は、図示を省略したスピーカによって出力される。音響信号処理装置1により音響処理が行われたオーディオ信号は、楽器音等の音源に含まれるアタック音とその後に持続する余韻とが制御され、さらにS/N比が向上された信号として、スピーカより出力されることになる。

10

【0060】

[設定値調整]

図7(a)は、アタック音制御部10の第1ゲイン部13および余韻制御部20の第2ゲイン部24で設定される重み付け量(第1重み付け量および第2重み付け量)の値と、重み付け量に対応する増強量・低減量の関係を示した図である。図7(a)に示すように、第1ゲイン部13および第2ゲイン部24で設定される重み付け量は、-1から1までの間のいずれかの値となる。図7(a)に示すように、重み付け量がプラスの場合(重み付け量の設定値が0より大きい場合)には、重み付け量の値の増加量に比例するようにして、第1ゲイン部13でアタック音の増強が行われ、第2ゲイン部24で余韻の増強が行われる。また、図7(a)に示すように、重み付け量がマイナスの場合(重み付け量の設定値が0より小さい場合)には、重み付け量の値の低減量に比例するようにして、第1ゲイン部13でアタック音の低減が行われ、第2ゲイン部24で余韻の低減が行われる。

20

【0061】

一方で、図7(b)は、アタック音制御部10の第1HPF部11および余韻制御部20の第2HPF部21において設定されるカットオフ周波数(フィルタカットオフ周波数:第1カットオフ周波数)の値と、設定されたカットオフ周波数の値に応じて変化するアタック音または余韻の制御時間との関係を示した図である。

30

【0062】

図7(b)に示すように、カットオフ周波数が大きくなるほど、アタック音の制御時間および余韻の制御時間が短くなり、小さくなるほど制御時間が長くなる。つまり、カットオフ周波数が大きくなるほど、アタック音・余韻が増強あるいは低減される時間が短くなり、カットオフ周波数が小さくなるほど、アタック音・余韻が増強あるいは低減される時間が長くなる。なお、カットオフ周波数の逆数がほぼ制御時間となる。本実施の形態では、カットオフ周波数の範囲を0.5Hz~10Hz(制御時間:2秒~0.1秒)とする。

【0063】

図8(a)は、ノイズ制御部30の第3Aゲイン部33における、重み付け量(第3重み付け量)とノイズ低減量との関係を示した図である。ノイズ制御部30の第3HPF部31では、前述したように、定常成分すなわちDC成分を抑圧するため、0.031Hz(制御時間:32秒)のような、非常に小さい値がカットオフ周波数(フィルタカットオフ周波数:第3カットオフ周波数)として設定される。

40

【0064】

その後、第3Aゲイン部33において設定される重み付け量の値に比例するようにして、ノイズ制御部30において低減されるノイズの低減量が変動する。ここで、第3Aゲイン部33における重み付け量の値は、0以上1以下の値が設定され、重み付け量の値が0から1へと変化するのに対応して、ノイズ低減量が小量から大量へと変化する。なお、第3Bゲイン部34の重み付け量の値は、1から第3Aゲイン部33で設定される重み

50

付け量（0以上1以下の値）を減算した値に設定される。

【0065】

このように、第1ゲイン部13および第2ゲイン部24において設定される重み付け量（第1重み付け量、第2重み付け量）の値を調整することにより、アタック音と余韻とをそれぞれ増強あるいは低減し、また、第1HPF部11と第2HPF部21とにおいて設定されるカットオフ周波数（第1カットオフ周波数、第2カットオフ周波数）の値を調整することにより、アタック音および余韻の制御時間の長短調整を行うことができる。また、第3Aゲイン部33および第3Bゲイン部34において設定される重み付け量（第3重み付け量など）の値を調整することにより、ノイズの低減量の調整を行うことができる。このように各重み付け量および各カットオフ周波数を適宜調整することによって、楽器音等の音源に含まれるアタック音とその後持続する余韻、収録環境の定常的なノイズ成分や音源に含まれる定常的な信号成分を調節することができ、オーディオ信号を聴取者の嗜好に合うように調整することが可能となる。

10

【0066】

[音響信号処理例]

次に、本実施の形態に係る音響信号処理装置に対して、図8(b)に示すようなオーディオ信号が入力された場合に、周波数スペクトル領域フィルタリング部3で、重み付け量やカットオフ周波数などのパラメータを調節したときの出力信号の一例について説明を行う。

【0067】

ここで、入力されるオーディオ信号のサンプリング周波数は、44.1kHzとする。また、入力されるオーディオ信号は、図8(b)に示すように、アタック音と余韻によって構成され、周波数成分は1kHzである。

20

【0068】

また、FFT部2のフーリエ変換長Nは、4,096sample、オーバーラップ長Mは、フーリエ変換長Nの15/16倍となる3,840sample、窓関数はブラックマン、振幅スペクトルのサンプリング周波数は、それぞれ172Hz(44,100/(4,096-3,840)172)とする。

【0069】

さらに、第1HPF部11、第2HPF部21および第3HPF部31は、一次のパスハイパスフィルタであり、カットオフ周波数は、第1HPF部11が2.5Hz、第2HPF部21が1.25Hz、第3HPF部31が0.031Hzとする。また、第1ゲイン部13、第2ゲイン部24、第3Aゲイン部33および第3Bゲイン部34の重み付け量は、-1,0,1のいずれかを、ゲイン部毎に個別に設定する。

30

【0070】

図9(a)は、周波数スペクトル領域フィルタリング部3において、アタック音制御部10の第1HPF部11と第1リミッタ部12のみを動作させたときの出力信号を示した図である。ここで、第1HPF部11のカットオフ周波数は、2.5Hzである。

【0071】

アタック音制御部10の第1HPF部11と第1リミッタ部12のみを動作させた場合には、図9(a)に示すように、入力されたオーディオ信号の立ち上がり成分、すなわち、アタック音(アタック成分)が検出される。

40

【0072】

さらに、アタック音制御部10の第1HPF部11と第1リミッタ部12を動作させ、第1ゲイン部13の重み付け量の値を1に設定することによりアタック音が強調されたオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部3に入力されたオーディオ信号(図8(b)に示される信号)とを合成した信号を、図9(b)に実線で示す。図9(b)において、破線で示される信号は、図8(b)に示した入力されたオーディオ信号の状態を示している。図9(b)に実線で示すように、合成された信号は、図8(b)に示したオーディオ信号に対してアタック音(アタック成分)が増強された状態となる。

50

## 【 0 0 7 3 】

一方で、アタック音制御部 1 0 の第 1 H P F 部 1 1 と第 1 リミッタ部 1 2 を動作させ、第 1 ゲイン部 1 3 の重み付け量の値を - 1 に設定することによりアタック音が低減されたオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 に入力されたオーディオ信号 ( 図 8 ( b ) に示される信号 ) とを合成した信号を、図 1 0 ( a ) に実線で示す。図 1 0 ( a ) において、破線で示される信号は、図 8 ( b ) に示した入力されたオーディオ信号の状態を示している。図 1 0 ( a ) に実線で示すように、合成された信号は、図 8 ( b ) に示したオーディオ信号に対してアタック音 ( アタック成分 ) が低減された状態となる。

## 【 0 0 7 4 】

また、図 9 ( b ) に示した条件に対して、第 1 H P F 部 1 1 のカットオフ周波数を 2 . 5 H z から 1 . 2 5 H z へと変更した場合の合成された信号を、図 1 0 ( b ) に実線で示す。図 1 0 ( b ) において、破線で示される信号は、図 8 ( b ) に示した入力されたオーディオ信号の状態を示している。カットオフ周波数を 2 . 5 H z から 1 . 2 5 H z へと変更することにより、制御時間が大きくなるので ( 図 7 ( b ) 参照 ) 、合成された信号は、図 8 ( b ) に示したオーディオ信号に対して、アタック音が增強されているだけでなく、アタック時間も増大していることがわかる。

## 【 0 0 7 5 】

図 1 1 ( a ) は、周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 において、余韻制御部 2 0 の第 2 H P F 部 2 1 、振幅反転部 2 2 および第 2 リミッタ部 2 3 のみを動作させたときの出力信号を示した図である。ここで、第 2 H P F 部 2 1 のカットオフ周波数は、2 . 5 H z である。

## 【 0 0 7 6 】

余韻制御部 2 0 の第 2 H P F 部 2 1 、振幅反転部 2 2 および第 2 リミッタ部 2 3 のみを動作させた場合には、図 1 1 ( a ) に示すように、入力されたオーディオ信号の立ち下がり成分、すなわち、余韻 ( 余韻成分 ) が検出される。

## 【 0 0 7 7 】

さらに、図 9 ( b ) に示したようにアタック音制御部 1 0 でアタック音が強調されたオーディオ信号と、余韻制御部 2 0 の第 2 H P F 部 2 1 、振幅反転部 2 2 および第 2 リミッタ部 2 3 を動作させ、第 2 ゲイン部 2 4 の重み付け量の値を - 1 に設定することにより余韻の低減が行われるオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 に入力されたオーディオ信号 ( 図 8 ( b ) に示される信号 ) とを合成した信号を、図 1 1 ( b ) に実線で示す。図 1 1 ( b ) において、破線で示される信号は、図 8 ( b ) に示した入力されたオーディオ信号の状態を示している。図 1 1 ( b ) に実線で示す合成された信号を、図 8 ( b ) に示す入力されたオーディオ信号と比較すると、図 8 ( b ) に比べてアタック音が增強されるが、余韻は減少した状態となる。また、図 1 1 ( b ) に実線で示すように、合成された信号は、図 9 ( b ) に示したオーディオ信号に対して余韻 ( 余韻成分 ) が低減された状態となる。

## 【 0 0 7 8 】

さらに、図 1 0 ( a ) に示したようにアタック音制御部 1 0 でアタック音の低減が行われたオーディオ信号と、余韻制御部 2 0 の第 2 H P F 部 2 1 、振幅反転部 2 2 および第 2 リミッタ部 2 3 を動作させ、第 2 ゲイン部 2 4 の重み付け量の値を 1 に設定することにより余韻の增強が行われたオーディオ信号と、周波数スペクトル領域フィルタリング部 3 に入力されたオーディオ信号 ( 図 8 ( b ) に示される信号 ) とを合成した信号を、図 1 2 に実線で示す。図 1 2 において、破線で示される信号は、図 8 ( b ) に示した信号の状態を示している。

## 【 0 0 7 9 】

図 1 2 に示す合成された信号を、図 8 ( b ) に示す入力されたオーディオ信号と比較すると、図 8 ( b ) に比べてアタック音が低減されるが、余韻が増大した状態となる。また、図 1 2 に実線で示すように、合成された信号は、図 1 0 ( a ) に示したオーディオ信号

10

20

30

40

50

に対して余韻（余韻成分）が増大された状態となる。

【0080】

図13(a)は、入力されたオーディオ信号（図8(b)に示す信号）にノイズとして定常性のある1.2kHzの正弦波を加えた入力信号に対して、アタック音制御部10の第1HPF部11のカットオフ周波数を2.5Hzに設定し、第1ゲイン部13の重み付け量を1に設定した場合の出力信号の状態を示している。図13(a)に示す信号は、ノイズが付加されたオーディオ信号に対して、アタック音制御部10でアタック音制御処理が行われるため、アタック音が増強された状態となる。

【0081】

一方で、図13(b)は、図13(a)に示す信号に対して、ノイズ制御部30の第3HPF部31のカットオフ周波数を0.031Hzに設定し、第3Aゲイン部33の重み付け量を1、第3Bゲイン部34の重み付け量を0に設定することにより、ノイズ制御部30でノイズ制御処理を行った信号を示している。図13(b)に示すように、第3HPF部31のカットオフ周波数を低い値(0.031Hz)に設定することにより、DC近傍を抑圧(抑制)することができるので、アタック音の増強を維持したまま定常性のあるノイズのみを低減することが可能となる。

【0082】

以上、説明したように、本実施の形態に係る音響信号処理装置1では、アタック音制御部10の第1ゲイン部13の重み付け量を調整することにより、オーディオ信号のアタック音の増強・低減を行うことができ、さらに、第1HPF部11において、カットオフ周波数を調整することにより、アタック音の制御時間(増強時間、低減時間)を変化させることができる。このため、アタック音を信号レベルに応じて増幅して強調することにより、総じてメリハリのある表現を出力音に発現させることが可能となる。また、一般的なMP3などのデジタル音声信号において劣化するおそれのあるアタック音の制御を行うことにより、デジタル音声信号の音質向上を図ることが可能となる。

【0083】

さらに、本実施の形態に係る音響信号処理装置1では、余韻制御部20の第2ゲイン部24の重み付け量を調整することにより、オーディオ信号の余韻の増強・低減を行うことができ、さらに、第2HPF部21において、カットオフ周波数を調整することにより、余韻の制御時間(増強時間、低減時間)を変化させることができる。このため、聴取者の好みに応じ、余韻を強調させたり低減させたりすることが可能となる。

【0084】

また、本実施の形態に係る音響信号処理装置1では、ノイズ制御部30の第3Aゲイン部33および第3Bゲイン部34の重み付け量を調整することにより、ノイズ低減量の調整を行うことができ、さらに、第3HPF部31において、カットオフ周波数を調整することにより、ノイズのDC成分を抑圧することができる。このため、音源の収録環境や音源そのものに含まれる定常的なノイズを調節することが可能となる。

【0085】

さらに、上述したアタック音制御処理、余韻制御処理およびノイズ低減処理は、周波数領域の振幅スペクトル毎の変化量に基づいて行われることを特徴とする。このため、従来技術のようなスレッシュホールドを用いてアタック音などを識別する場合のように、音源の振幅レベルによって検出状態が大きく左右されてしまうことがない(音源の振幅レベル依存性は存在しない)。

【0086】

例えば、楽器音と音声とが含まれているオーディオ信号においては、楽器音のアタック音の立ち上がり時間に対して、音声の立ち上がり時間が遅く、振幅スペクトル毎の変化量も音声の方が小さいため、アタック音制御部10における第1HPF部11のカットオフ周波数の設定により、楽器音のみにアタック音を付加することができる。このようにして楽器音のアタック音のみを増強することによって、音声の抑揚感を維持したまま楽器のメリハリ感を強調することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

また、アタック音制御部 1 0、余韻制御部 2 0 およびノイズ制御部 3 0 におけるカットオフ周波数の設定や重み付け量の設定は、振幅スペクトル毎に個別に設定することもできるので、周波数帯域を複数の帯域に分けて、それぞれ設定することも可能である。

【 0 0 8 8 】

例えば、入力されるオーディオ信号を低域、中域、高域の 3 つの帯域に分け、低域では、アタック音を增強して余韻を低減することで、ドラム等の迫力と応答性のある音を再現し、中域では余韻を增強して音声の響きを強調し、高域ではアタック音を增強することで、シンバルなどの音をより透明感のあるクリアな音にすることが可能となる。

【 0 0 8 9 】

また、音源そのものに含まれる定常的な信号成分や音源の収録環境に含まれる定常的なノイズ成分が含まれるオーディオ信号を再生した場合は、ノイズ等が収録環境の臨場感となって聴取される場合があるが、その一方で、楽器音や音声の鮮明感が低下してしまう傾向がある。この場合には、ノイズ制御部 3 0 でノイズ制御を行ってノイズ量を僅かに低減させることにより、臨場感のある程度維持したまま、楽器や音声の音響成分をクリアな音で出力することが可能となる。

【 0 0 9 0 】

このように、本実施の形態に係る音響信号処理装置 1 を用いることにより、楽器音等の音源に含まれるアタック音とその後に持続する余韻、収録環境の定常的なノイズ成分や音源に含まれる定常的な信号成分を調節することができるので、多様な聴取者の嗜好に対応することができる。

【 0 0 9 1 】

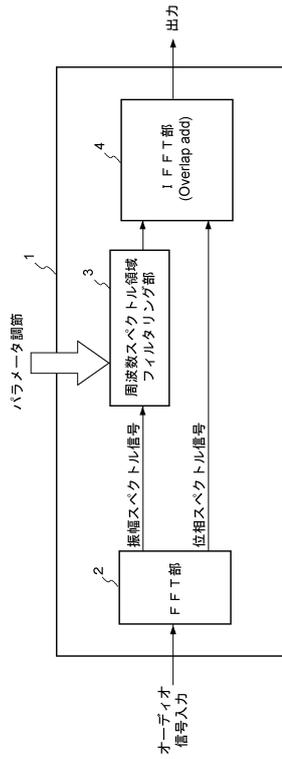
以上、本発明に係る音響信号処理装置について、音響信号処理装置 1 を一例として示して詳細に説明を行ったが、本発明に係る音響信号処理装置および音響信号処理方法は、上述した実施の形態に示した内容には限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 符号の説明 】

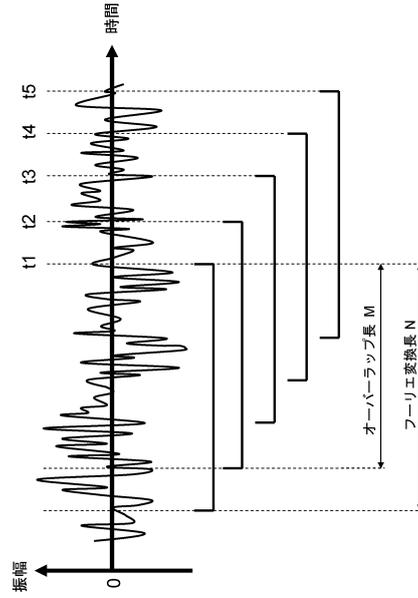
【 0 0 9 2 】

- 1 ... 音響信号処理装置 30
- 2 ... F F T 部 ( F F T 手段 )
- 3 ... 周波数スペクトル領域フィルタリング部
- 4 ... I F F T 部 ( I F F T 手段 )
- 1 0 ... アタック音制御部 ( アタック成分制御手段 )
- 1 1 ... ( アタック音制御部の ) 第 1 H P F 部 ( 第 1 H P F 手段 )
- 1 2 ... ( アタック音制御部の ) 第 1 リミッタ部 ( 第 1 リミッタ手段 )
- 1 3 ... ( アタック音制御部の ) 第 1 ゲイン部 ( 第 1 ゲイン手段 )
- 2 0 ... 余韻制御部 ( 余韻成分制御手段 )
- 2 1 ... ( 余韻制御部の ) 第 2 H P F 部 ( 第 2 H P F 手段 )
- 2 2 ... ( 余韻制御部の ) 振幅反転部 ( 振幅反転手段 ) 40
- 2 3 ... ( 余韻制御部の ) 第 2 リミッタ部 ( 第 2 リミッタ手段 )
- 2 4 ... ( 余韻制御部の ) 第 2 ゲイン部 ( 第 2 ゲイン手段 )
- 3 0 ... ノイズ制御部 ( ノイズ制御手段 )
- 3 1 ... ( ノイズ制御部の ) 第 3 H P F 部 ( 第 3 H P F 手段 )
- 3 2 ... ( ノイズ制御部の ) 第 3 リミッタ部 ( 第 3 リミッタ手段 )
- 3 3 ... ( ノイズ制御部の ) 第 3 A ゲイン部 ( 第 3 A ゲイン手段 )
- 3 4 ... ( ノイズ制御部の ) 第 3 B ゲイン部 ( 第 3 B ゲイン手段 )
- 3 5 ... ( ノイズ制御部の ) 第 2 加算部 ( 第 2 加算手段 )
- 4 0 ... 第 1 加算部 ( 第 1 加算手段 )
- 4 1 ... 第 4 リミッタ部 50

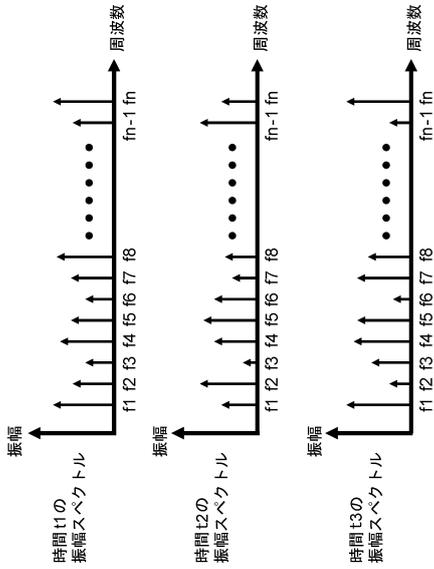
【 図 1 】



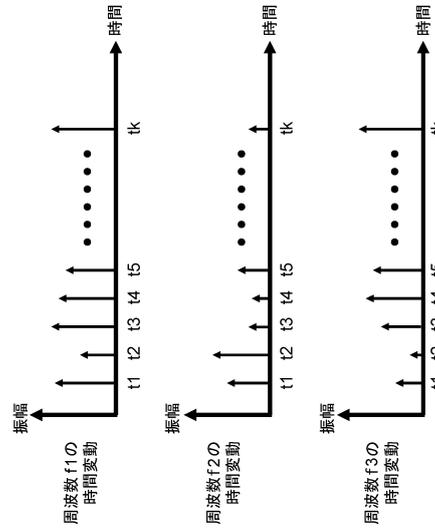
【 図 2 】



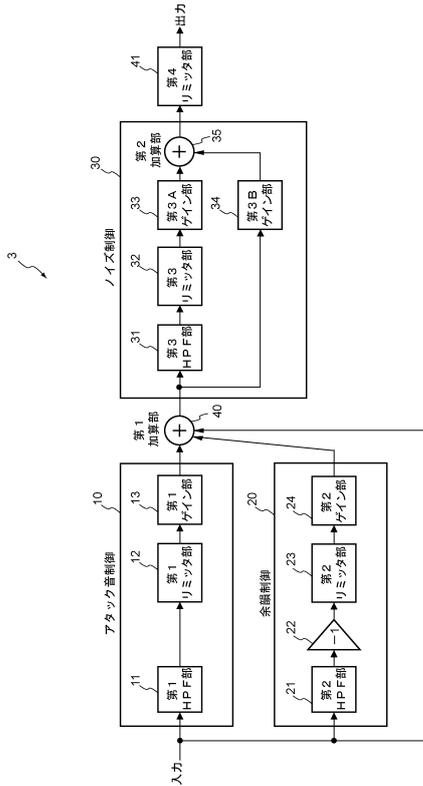
【 図 3 】



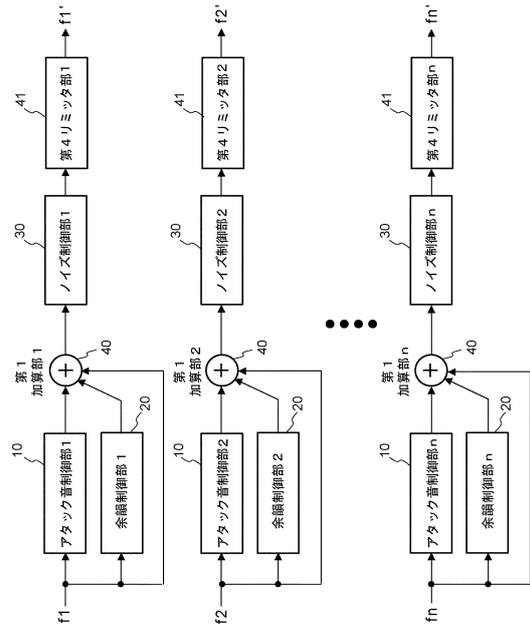
【 図 4 】



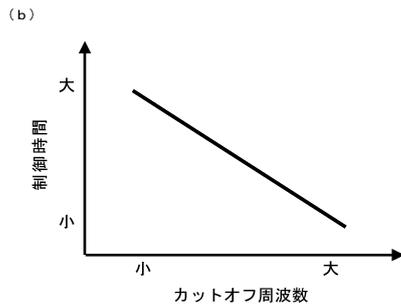
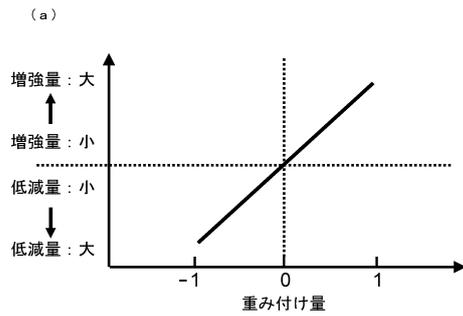
【図5】



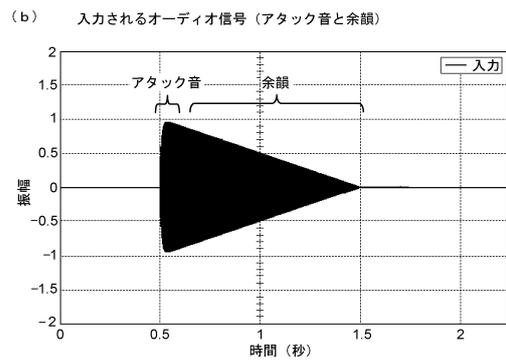
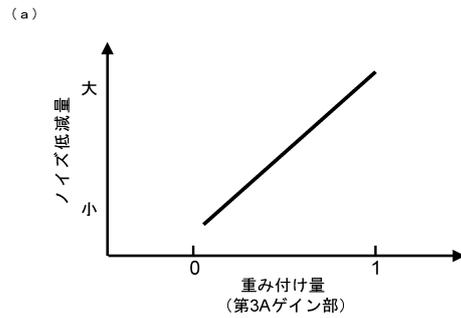
【図6】



【図7】

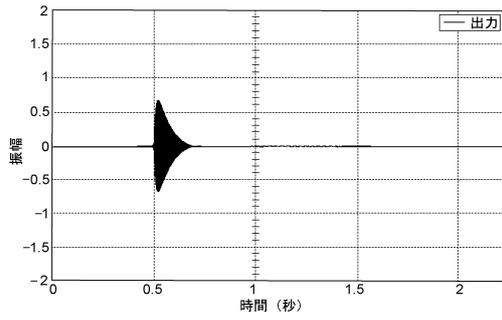


【図8】

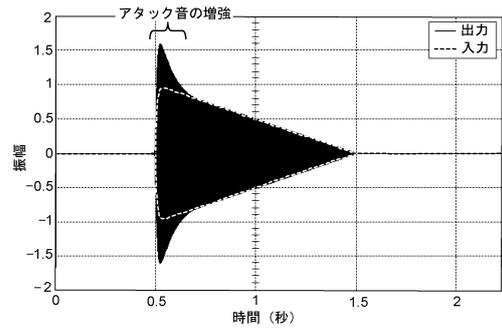


【図 9】

(a) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz

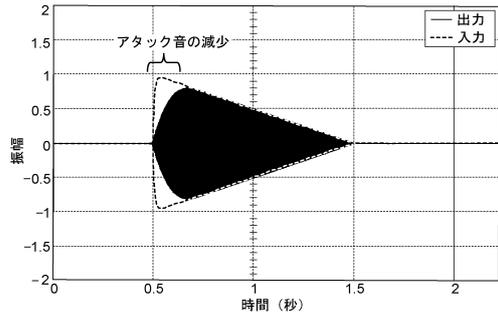


(b) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=1

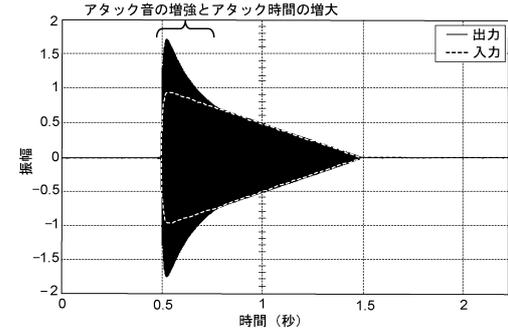


【図 10】

(a) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=-1

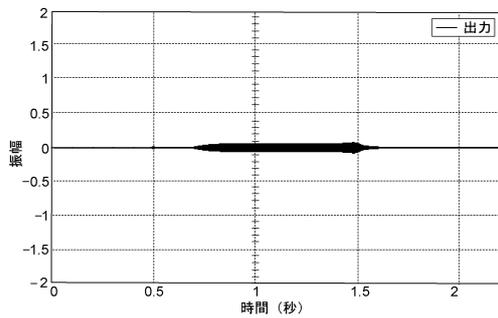


(b) アタック音制御部：カットオフ周波数=1.25 Hz, 重み付け量=1

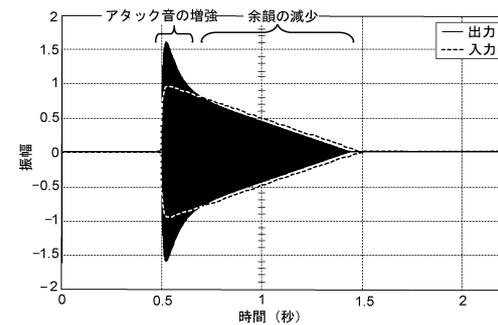


【図 11】

(a) 余韻制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz

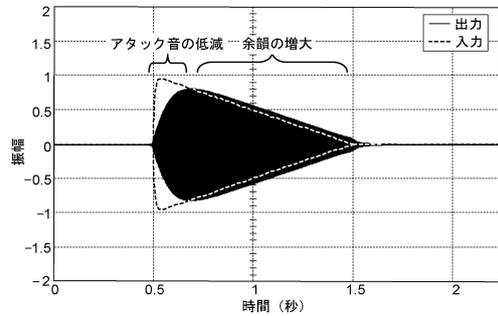


(b) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=1  
余韻制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=-1



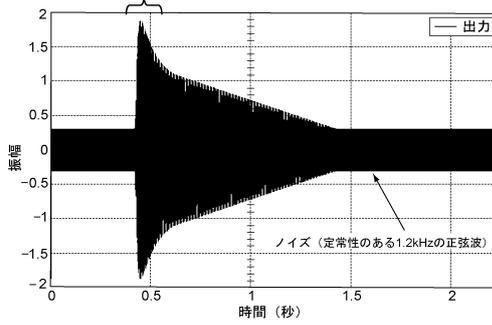
【図 12】

アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=-1  
余韻制御部：カットオフ周波数=2.5 Hz, 重み付け量=+1

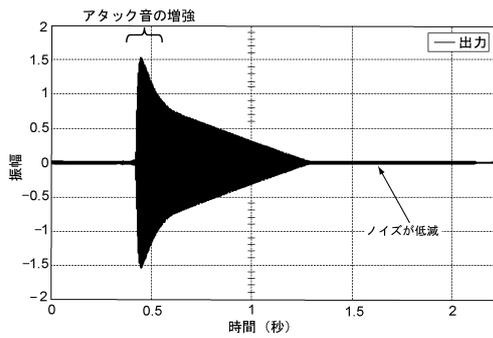


【図13】

(a) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5Hz、重み付け量=1  
アタック音の増強



(b) アタック音制御部：カットオフ周波数=2.5Hz、重み付け量=1  
ノイズ制御部：カットオフ周波数=0.031Hz、重み付け量(3A)=1、重み付け量(3B)=0



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-002858(JP,A)  
特開2003-005799(JP,A)  
国際公開第2004/013840(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G10H 1/12