

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333085号  
(P5333085)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl. F I  
 HO4R 3/04 (2006.01) HO4R 3/04  
 HO4R 1/40 (2006.01) HO4R 1/40 310

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-207818 (P2009-207818)	(73) 特許権者	308036402 株式会社 JVCケンウッド 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(22) 出願日	平成21年9月9日(2009.9.9)	(74) 代理人	100092808 弁理士 羽鳥 亘
(65) 公開番号	特開2011-61403 (P2011-61403A)	(74) 代理人	100140981 弁理士 中村 希望
(43) 公開日	平成23年3月24日(2011.3.24)	(72) 発明者	川崎 隆生 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
審査請求日	平成24年3月29日(2012.3.29)	審査官	武田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イコライザ装置及び電気音響変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

音源からの音声信号が入力される入力端と、  
 前記入力端に入力された音声信号を所定の伝達関数に基づいてイコライジングするイコライザ部と、  
 前記イコライザ部でイコライジングした音声信号を多面体型スピーカに出力する出力端と、  
 、  
 を有し、  
 前記伝達関数が第1の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第2の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積を含み、  
 前記第1の伝達関数は、遮断周波数が前記多面体型スピーカの最低共振周波数と略同等であり、遮断周波数でのQ値が前記多面体型スピーカの最低共振周波数でのQ値と略同等である2次のハイパスフィルタの伝達関数であり、  
 前記第2の伝達関数は、遮断周波数が前記多面体型スピーカの仮想円周と同等の波長を有する音波の周波数と略同等である1次のローパスフィルタの伝達係数であることを特徴とするイコライザ装置。

【請求項2】

前記多面体型スピーカの前記仮想円周は、前記多面体型スピーカの外側に接する球の円周と内側に接する球の円周、もしくは前記多面体型スピーカの体積と等しい体積を有する球の円周に基づいて取得することを特徴とする請求項1記載のイコライザ装置。

## 【請求項 3】

前記伝達関数が、前記第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と前記第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積に、高次のハイパスフィルタの伝達関数と 1 次又は高次のローパスフィルタの伝達関数の双方もしくはいずれか一方を乗じたものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のイコライザ装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のイコライザ装置と、  
前記イコライザ装置から出力される音声信号を再生する多面体型スピーカと、  
を備えることを特徴とする電気音響変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スピーカを多面体状に配設した多面体型スピーカの音声出力を等化するイコライザ装置、同イコライザ装置を備えた電気音響変換装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

電気信号を音声として出力するスピーカのの一つとして、スピーカを外側に向けて多面体状に配設した多面体型スピーカが存在する。この多面体型スピーカとは [ 特許文献 1 ] に示すように例えば正五角形の振動板を正 12 面体となるように設置し (ただし、1 面は台座とする。)、それぞれの振動板にスピーカユニットを設置したものである。このように、多面体型スピーカは全方向にスピーカが配設されているためその音声出力は点音源、無指向性となり、理想的には全ての方向に同じ音圧の音声を出力することができる。ただし、多面体型スピーカは一般的に周波数特性が平坦ではないため、例えば [ 特許文献 2 ] では、音源と多面体型スピーカとの間にイコライザ回路を設けて、多面体型スピーカからの音声出力を平坦化 (等化) している。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 311349 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 051694 号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

[ 特許文献 2 ] の発明に記載されているイコライザ回路は、音声信号を比較的狭い周波数帯域に分割し、その周波数帯域毎に所定量ブースト又はカットして所望の値に近似させそれを積み重ねることで、全体として多面体型スピーカの周波数特性を補完して音声出力の等化を行う。しかしながら、多面体型スピーカの伝達関数の構成と一般的なイコライザ回路の伝達関数の構成とは大きく異なっており、その異なったイコライザ回路の伝達関数により多面体型スピーカの音声出力の等化を十分に行うためには、より狭い周波数帯で多くの周波数帯域に分割する必要がある。このため、アナログ回路の場合には回路規模が大きくなるという問題点がある。また、デジタル処理の場合には演算量が多くなるという問題点がある。さらに、等化後の位相特性の誤差が大きという問題点がある。

40

## 【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、比較的容易な回路構成もしくは演算で多面体型スピーカの音声出力の等化を良好に行うことが可能なイコライザ装置及び電気音響変換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】

## 【0006】

本発明は、

( 1 ) 音源 10 からの音声信号  $V_{in}$  が入力される入力端 20 a と、前記入力端 20 a に

50

入力された音声信号  $V_{in}$  を所定の伝達関数に基づいてイコライジングするイコライザ部 30 と、前記イコライザ部 30 でイコライジングした音声信号  $V_{out}$  を多面体型スピーカ 12 に出力する出力端 20b と、を有し、

前記伝達関数が第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積を含み、

前記第 1 の伝達関数は、遮断周波数が前記多面体型スピーカ 12 の最低共振周波数  $f_0$  と略同等であり、遮断周波数での  $Q$  値が前記多面体型スピーカ 12 の最低共振周波数  $f_0$  での  $Q$  値 ( $Q_0$ ) と略同等である 2 次のハイパスフィルタの伝達関数であり、

前記第 2 の伝達関数は、遮断周波数  $f_c$  が前記多面体型スピーカ 12 の仮想円周と同等の波長を有する音波の周波数と略同等である 1 次のローパスフィルタの伝達係数であることを特徴とするイコライザ装置 50 を提供することにより、上記課題を解決する。

10

(2) 前記多面体型スピーカ 12 の前記仮想円周は、前記多面体型スピーカ 12 の外側に接する球の円周と内側に接する球の円周、もしくは前記多面体型スピーカ 12 の体積と等しい体積を有する球の円周に基づいて取得することを特徴とする上記 (1) 記載のイコライザ装置 50 を提供することにより、上記課題を解決する。

(3) 前記伝達関数が、前記第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と前記第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積に、高次のハイパスフィルタの伝達関数と 1 次又は高次のローパスフィルタの伝達関数の双方もしくはいずれか一方を乗じたものであることを特徴とする上記 (1) 又は (2) 記載のイコライザ装置 50 を提供することにより、上記課題を解決する。

20

(4) 上記 (1) ~ (3) のいずれか 1 項に記載のイコライザ装置 50 と、前記イコライザ装置 50 から出力される音声信号  $V_{out}$  を再生する多面体型スピーカ 12 と、を備えることを特徴とする電気音響変換装置 100 を提供することにより、上記課題を解決する。

#### 【発明の効果】

##### 【0007】

本発明のイコライザ装置及び電気音響変換装置は、実際の多面体型スピーカの伝達関数をモデル化し、そのモデル化した伝達関数の逆フィルタの伝達関数に基づいてイコライジングするため、比較的容易な回路構成もしくは演算で多面体型スピーカの音声出力の等化を振幅、位相とも、より正確に行うことができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0008】

【図 1】本発明に係るイコライザ装置及び電気音響変換装置を示すブロック図である。

【図 2】多面体型スピーカの伝達関数を説明する周波数特性図である。

【図 3】多面体型スピーカの実測した周波数特性と算出した伝達関数による周波数特性とを比較する図である。

【図 4】本発明に係るイコライザ装置の伝達関数を説明する周波数特性図である。

【図 5】本発明に係るイコライザ装置の伝達関数を示す周波数特性図である。

【図 6】本発明に係るイコライザ部のアナログ回路の例を示す図である。

【図 7】本発明に係るイコライザ部のデジタル処理の構成例を示す図である。

40

【図 8】本発明により等化された音声出力を示す周波数特性図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0009】

本発明に係るイコライザ装置及び電気音響変換装置の実施の形態について図面に基づいて説明する。図 1 に示す本実施の形態に係るイコライザ装置 50 は、音源 10 側からの音声信号  $V_{in}$  が入力する入力端 20a と、入力端 20a から入力した音声信号  $V_{in}$  を所定の伝達関数でイコライジングするイコライザ部 30 と、イコライザ部 30 でイコライジングした音声信号  $V_{out}$  を多面体型スピーカ 12 側に例えばアンプ 14 を介して出力する出力端 20b と、を有している。また、本実施形態に係る電気音響変換装置 100 は、イコライザ装置 50 と多面体型スピーカ 12 を有している。

50

## 【 0 0 1 0 】

ここでの多面体型スピーカ 1 2 は、スピーカが多面体状に配設されていれば正 1 2 面体に限らず如何なる多面体でも構わない。また、スピーカが多面体状に配設されていれば、外形に特に制限はない。さらに、理想的な多面体型スピーカ 1 2 は球形であるため、ここでは球形スピーカも多面体型スピーカ 1 2 に含むものとする。

## 【 0 0 1 1 】

次に、イコライザ部 3 0 の伝達関数の基となる多面体型スピーカ 1 2 の伝達関数に関して説明を行う。まず、多面体型スピーカ 1 2 には、一般的なスピーカと同様、振動系支持機構のばね定数、内部空気のばね定数、振動系質量などで決定する最低共振周波数  $f_0$  が存在する。そして、多面体型スピーカ 1 2 におけるスピーカ駆動電圧（音声信号）から振動系加速度（音声出力）への伝達関数は、一般的なスピーカと同様、遮断周波数と当該遮断周波数における  $Q$  値が、多面体型スピーカ 1 2 の最低共振周波数  $f_0$  と当該最低共振周波数  $f_0$  における  $Q$  値（ $Q_0$ ）とそれぞれ同等の 2 次のハイパスフィルタの伝達関数（第 1 の伝達関数）とほぼ等しくなる。尚、2 次のハイパスフィルタの遮断周波数と遮断周波数  $f_0$  における  $Q$  値（ $Q_0$ ）とが決定すればこの 2 次のハイパスフィルタの  $Q$  値の周波数曲線（ピークの値、ピークの周波数、ピークの鋭さ等）も概ね決定する。

## 【 0 0 1 2 】

一方、多面体型スピーカ 1 2 の理想型は呼吸球であり、呼吸球ではその表面を入力信号（音声信号）に比例した加速度で駆動したときの音圧（音声出力）の伝達関数が、呼吸球の円周に応じた遮断周波数  $f_c$  の 1 次のローパスフィルタの伝達関数とほぼ等しくなる。ここで、この 1 次のローパスフィルタの遮断周波数  $f_c$  は、呼吸球の半径を  $r$  とした時に呼吸球の円周（ $2\pi r$ ）と波長が一致する音波の周波数とほぼ同等となる。従って、遮断周波数  $f_c$  は、 $c$  を音速とした時に

$$f_c = c / (2\pi r) \quad \text{となる。}$$

## 【 0 0 1 3 】

尚、多面体型スピーカ 1 2 は多面体であり理想的な呼吸球ではないから、正確な円周を求めることはできない。従って、実際の多面体型スピーカ 1 2 では、上記の遮断周波数  $f_c$  を導くための円周の値（これを仮想円周（ $2\pi r'$ ）とする）を以下のようにして取得することが好ましい。まず、仮想円周の第一の取得方法は、多面体型スピーカ 1 2 の外側に接する球の円周と内側に接する球の円周を求めその中間値を仮想円周とする方法である。また、仮想円周の第二の取得方法は、多面体型スピーカ 1 2 の体積と等しい体積を有する球を求めその球の円周を仮想円周とする方法である。これら仮想円周の取得方法を比較した場合、第二の取得方法の方が呼吸球の円周により近い仮想円周を得ることができる。

## 【 0 0 1 4 】

上記のように多面体型スピーカ 1 2 は、一般的なスピーカとしての第 1 の伝達関数と、呼吸球としての仮想円周に応じた遮断周波数  $f_c$ （ $f_c = c / (2\pi r')$ ）の 1 次のローパスフィルタの伝達関数（第 2 の伝達関数）との 2 つの伝達関数を備えている。従って、多面体型スピーカ 1 2 の伝達関数は、第 1 の伝達関数と第 2 の伝達関数との積に近いものとなる。

## 【 0 0 1 5 】

ここで、一辺が約 3.7 mm の正 5 角形の振動板を有するスピーカユニットで構成された正 1 2 面体（1 面は台座）の多面体型スピーカ 1 2 を用意し、その最低共振周波数  $f_0$  とそのときの  $Q$  値（ $Q_0$ ）を測定した。その結果、最低共振周波数  $f_0 = 640 \text{ Hz}$ 、 $Q_0 = 3.6$ であった。

## 【 0 0 1 6 】

また、この多面体型スピーカ 1 2 の体積と同等な球の直径を算出し、仮想円周を算出したところ 29.7 mm となった。ここで、音速を 340 m/s とし、1 次のローパスフィルタの遮断周波数  $f_c$  を、

$$f_c = 340 / (29.7 \times 10^{-3}) = 1145 \text{ (Hz)} \text{ とした。}$$

## 【 0 0 1 7 】

10

20

30

40

50

ここで、遮断周波数が  $f_0$  が  $640\text{ Hz}$  で  $Q_0$  が  $3.6$  の 2 次のハイパスフィルタの周波数特性図を図 2 ( a ) に示す。また、遮断周波数  $f_c$  が  $1145\text{ Hz}$  の 1 次のローパスフィルタの周波数特性図を図 2 ( b ) に示す。

【 0 0 1 8 】

次に、図 2 ( a ) に示した 2 次のハイパスフィルタの伝達関数 ( 第 1 の伝達関数 ) と図 2 ( b ) に示した 1 次のローパスフィルタの伝達関数 ( 第 2 の伝達関数 ) とを求めそれらの積を算出した。ここで、算出した伝達関数による周波数特性図と実測した多面体型スピーカ 1 2 の周波数特性図とを図 3 に示す。尚、図 3 中、実線 A が算出した伝達関数による周波数特性を示し、実線 B 1、B 2 が実測 ( 2 回測定 ) した多面体型スピーカ 1 2 の周波数特性である。また、実線 A のうち領域 a が主に第 1 の伝達関数 ( 図 2 ( a ) ) が大きく関与する領域であり、領域 b が主に第 2 の伝達関数 ( 図 2 ( b ) ) が大きく関与する領域である。

10

【 0 0 1 9 】

図 3 より、実測した多面体型スピーカ 1 2 の周波数特性と算出した伝達関数による周波数特性とはほぼ一致していることが分かる。このことから、第 1 の伝達関数と第 2 の伝達関数の積は、多面体型スピーカ 1 2 の伝達関数とほぼ同等となることが分かる。つまり、多面体型スピーカ 1 2 の最低共振周波数  $f_0$  とそのときの  $Q$  値 (  $Q_0$  )、及び多面体型スピーカ 1 2 の仮想円周の値が取得できれば、多面体型スピーカ 1 2 の伝達関数とほぼ同等の伝達関数 ( 以後、モデル伝達関数と記述 ) を算出することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

20

尚、実際のモデル伝達関数の設定では、最低共振周波数  $f_0$ 、 $Q_0$ 、仮想円周の値から仮のモデル伝達関数を作成する。そして、この仮のモデル伝達関数による周波数特性と実測した実際の多面体型スピーカ 1 2 の周波数特性とを比較しながら  $f_0$ 、 $Q_0$ 、仮想円周の値を約  $\pm 20\%$  程度の範囲で変化させて、伝達係数の合わせ込みを行い最終的なモデル伝達関数とする。この場合でも基本となる 2 次のハイパスフィルタと 1 次のローパスフィルタは固定であり、パラメータは  $f_0$ 、 $Q_0$ 、仮想円周の値の 3 つであるから、多面体型スピーカ 1 2 のモデル伝達関数を容易且つ迅速に求めることができる。

【 0 0 2 1 】

イコライザ部 3 0 は、上記のようにして求められたモデル伝達関数の逆フィルタの伝達関数をとるようなアナログ回路もしくはデジタルフィルタを用いことができる。尚、モデル伝達関数の逆フィルタの伝達関数は、第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積と同等である。ここで、図 3 に示したモデル伝達関数の逆フィルタの周波数特性図を図 4 ( a ) に示す。

30

【 0 0 2 2 】

図 4 ( a ) に示すようにモデル伝達関数の逆フィルタの周波数特性は、通常、低周波側と高周波側とが無限に上昇する。従って、イコライザ部 3 0 には多面体型スピーカ 1 2 側への過大な音声信号の印加防止と音質の調整のため、音声出力の再生周波数帯域以外の低周波成分と高周波成分とを減衰させる高次のハイパスフィルタと 1 次又は高次のローパスフィルタとを組み入れることが好ましい。この場合、イコライザ部 3 0 全体としての伝達関数は、第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積に、高次のハイパスフィルタの伝達関数と 1 次又は高次のローパスフィルタの伝達関数とを乗じたものとなる。

40

【 0 0 2 3 】

ここで例えば、イコライザ部 3 0 に、図 4 ( b ) に示す周波数特性の 1 次のローパスフィルタと図 4 ( c ) に示す周波数特性の 3 次のハイパスフィルタを組み入れれば、これらのフィルタが組み入れられたイコライザ部 3 0 の周波数特性は図 5 のようになる。そして、イコライザ部 3 0 の伝達関数は、第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積に、3 次のハイパスフィルタの伝達関数と 1 次のローパスフィルタの伝達関数とを乗じたものとなる。尚、図 5 の領域 a ' が主に第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数が大きく関与する領域であり、領域 b ' が主に第 2 の伝達関数

50

の逆フィルタの伝達関数が大きく関与する領域であり、領域 c が主に 3 次のハイパスフィルタの伝達関数が大きく関与する領域であり、領域 d が主に 1 次のローパスフィルタの伝達関数が大きく関与する領域である。

【 0 0 2 4 】

尚、モデル伝達関数や回路構成により低周波成分もしくは高周波成分の減衰が不要な場合には、高次のハイパスフィルタもしくは 1 次又は高次のローパスフィルタのいずれか一方を組み入れれば良い。この場合、イコライザ部 3 0 全体の伝達関数は、第 1 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数と第 2 の伝達関数の逆フィルタの伝達関数との積に、組み入れた高次のハイパスフィルタの伝達関数もしくは 1 次又は高次のローパスフィルタの伝達関数を乗じたものとなる。

10

【 0 0 2 5 】

また、モデル伝達関数を多面体型スピーカ 1 2 の伝達関数により近似させるために、イコライザ部 3 0 に双 2 次型フィルタをさらに組み入れても良い。この場合、イコライザ部 3 0 全体の伝達関数は、組み入れた双 2 次型フィルタの双 2 次型伝達関数をさらに乗じたものとなる。

【 0 0 2 6 】

ここで、図 5 の周波数特性を有するイコライザ部 3 0 を、アナログ回路で構成した例を図 6 に示す。尚、イコライザ部 3 0 はモデル伝達関数の逆フィルタの伝達関数に基づいてイコライジングすればよいから、第 1 の伝達関数の逆フィルタ、第 2 の伝達関数の逆フィルタ、その他のフィルタが明確に区別されたイコライザでなくてもよい。

20

【 0 0 2 7 】

図 6 に示すイコライザ部 3 0 は、部分的に重複しながら大きく分けて 3 つの回路で構成されている。回路 3 0 b は低周波成分を減衰させる 3 次のハイパスフィルタの一部である 1 次のハイパスフィルタを主に構成している。回路 3 0 a は双 2 次のシェルピングイコライザであり、3 次のハイパスフィルタの一部である 2 次のハイパスフィルタと第 1 の伝達関数の逆フィルタとを主に構成している。回路 3 0 c は 1 次のシェルピングイコライザであり、第 2 の伝達関数の逆フィルタと高周波成分を減衰させる 1 次のローパスフィルタとを主に構成している。図 6 に示すように、本実施の形態に係るイコライザ装置 5 0 によれば、イコライザ部 3 0 を比較的容易なアナログ回路で構成することができる。

【 0 0 2 8 】

30

次に、図 7 にイコライザ部 3 0 をデジタルフィルタで構成した例を示す。図 7 に示すイコライザ部 3 0 はバイクワッドフィルタ (Biquad Filter) としてのデジタルフィルタ 3 2 a、3 2 b が 2 段縦続して構成されている。尚、図 7 中、 $Z^{-1}$  は遅延器、 $a_{10}$ 、 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{20}$ 、 $a_{21}$ 、 $a_{22}$ 、 $b_{11}$ 、 $b_{12}$ 、 $b_{21}$ 、 $b_{22}$  は乗算器、“+” は加算器を示す。

【 0 0 2 9 】

デジタルフィルタ 3 2 a、3 2 b の遅延器、乗算器、加算器は、現在及び過去の入力値と過去の出力値に各乗算器に設定された係数を乗じてそれぞれ加算することを繰り返し、各々が双 2 次の伝達関数を有するフィルタとしての動作を行う。そして、例えばデジタルフィルタ 3 2 a の乗算器の係数を図 7 に示すようにすれば、デジタルフィルタ 3 2 a は図 6 中の回路 3 0 a と同様の伝達関数を備え回路 3 0 a と同様に機能する。また、デジタルフィルタ 3 2 b の乗算器の係数を図 7 に示すようにすれば、デジタルフィルタ 3 2 b は図 6 中の回路 3 0 b 及び回路 3 0 c とが合わさった伝達関数を備え回路 3 0 b 及び回路 3 0 c と同様に機能する。これにより、イコライザ部 3 0 は図 5 と同様の周波数特性を示す伝達関数を有する。

40

【 0 0 3 0 】

図 7 に示すように、本実施の形態に係るイコライザ装置 5 0 によれば、イコライザ部 3 0 を比較的容易な演算処理のデジタルフィルタで構成することができる。尚、各乗算器の係数はイコライザ部 3 0 に要求される伝達係数に対し、双一次変換を行うことにより容易に求めることができる。また、上記のデジタルフィルタ 3 2 a、3 2 b の構成は一例であ

50

り、さらにイコライザ部 30 の伝達関数を 2 つの双 2 次の伝達関数に分割する手法及び組み合わせに関しても特に限定はない。

【0031】

次に、本実施の形態に係るイコライザ装置 50 の動作を説明する。まず、音源 10 側からの音声信号  $V_{in}$  が入力端 20a からイコライザ部 30 に入力する。イコライザ部 30 は入力した音声信号  $V_{in}$  に対しイコライジングを施す。このときのイコライジングは、前述のようにして求められた多面体型スピーカ 12 の逆フィルタの伝達関数と略同等の伝達関数を含む伝達関数により行われる。よって、イコライザ部 30 の出力端 20b から出力する音声信号  $V_{out}$  は例えば図 5 に示すようにイコライジングされる。出力した音声信号  $V_{out}$  はアンプ 14 で増幅され、多面体型スピーカ 12 に出力される。そして、多面体型スピーカ 12 は音声信号  $V_{out}$  を音声として出力する。このとき、多面体型スピーカ 12 はイコライザ部 30 の伝達関数とほぼ逆の図 3 に相当する周波数特性（伝達関数）を有している。従って、多面体型スピーカ 12 のほぼ逆の伝達関数でイコライジングされた音声信号  $V_{out}$ （図 5）が多面体型スピーカ 12 で出力されると、その音声出力は相互に補完、補償され結果として図 8 に示すように等化された平坦な音声出力となる。

10

【0032】

以上のように、本実施の形態に係るイコライザ装置 50 は、多面体型スピーカ 12 の最低共振周波数  $f_0$  と当該最低共振周波数  $f_0$  における Q 値（ $Q_0$ ）及び多面体型スピーカ 12 の仮想円周とから、簡略化した多面体型スピーカ 12 のモデル伝達関数の逆フィルタの伝達関数に基づいてイコライジングする。このため周波数帯域を分割してイコライジングを行う従来のイコライザ装置と比較して回路規模もしくは演算量を減らすことができる。

20

【0033】

また、本実施の形態に係るイコライザ装置 50 は、多面体型スピーカ 12 の伝達関数に基づいてイコライジングするため、多面体型スピーカ 12 の音声出力の等化をより正確に行うことができる。さらに、音声出力の位相特性に大きな誤差が生じることもない。

【0034】

尚、上記のイコライザ装置 50 は一例であるから、アナログ回路の構成、デジタル回路の構成は無論のこと、本発明は本発明の要旨を逸脱しない範囲で変更して実施することが可能である。

30

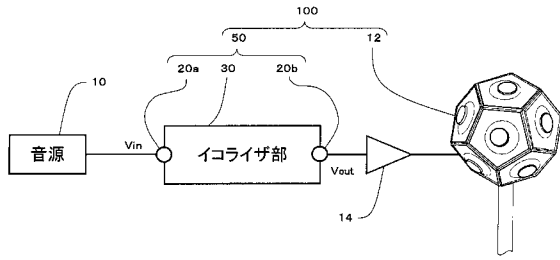
【符号の説明】

【0035】

10	音源
12	多面体型スピーカ
20a	入力端
20b	出力端
30	イコライザ部
50	イコライザ装置
100	電気音響変換装置
$V_{in}$	音声信号（入力）
$V_{out}$	音声信号（出力）

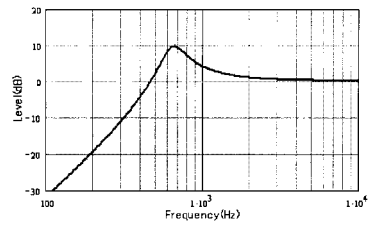
40

【図1】

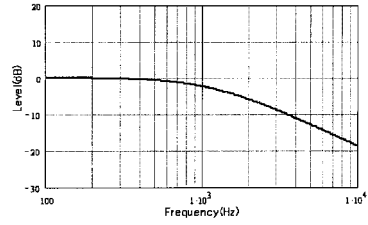


【図2】

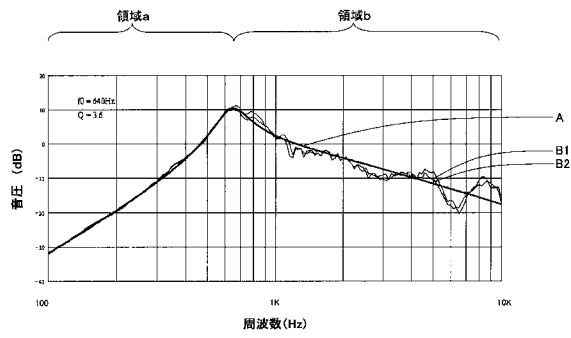
(a)



(b)

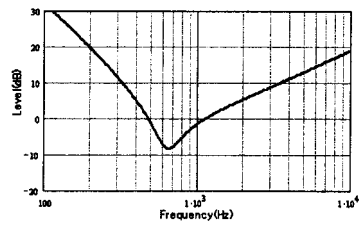


【図3】

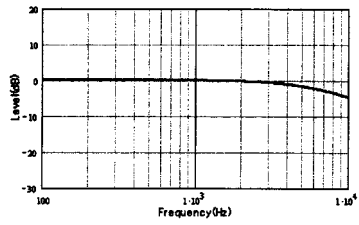


【図4】

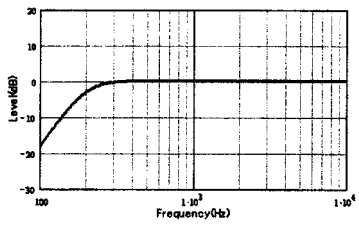
(a)



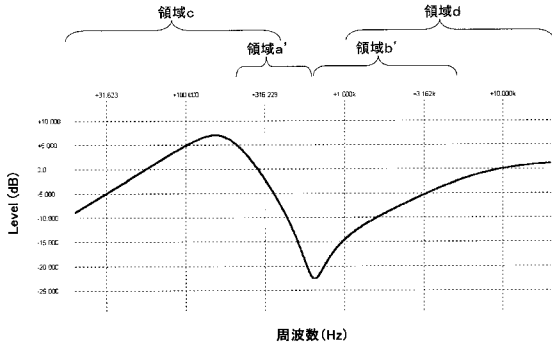
(b)



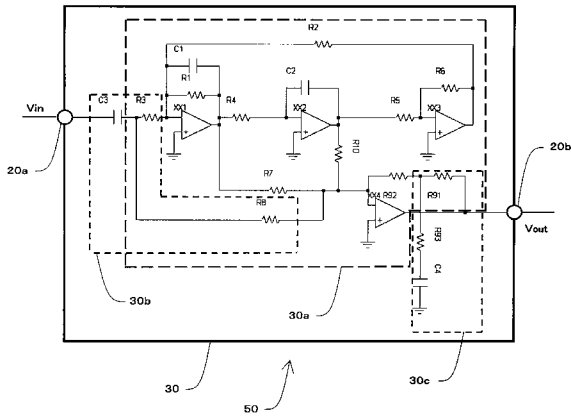
(c)



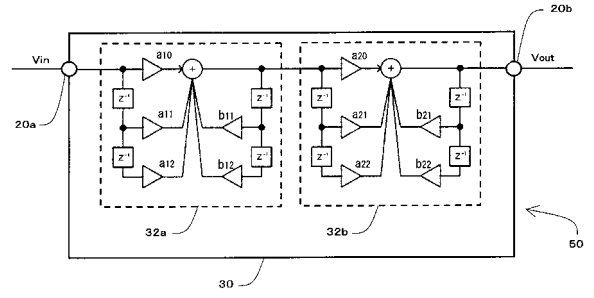
【 図 5 】



【 図 6 】

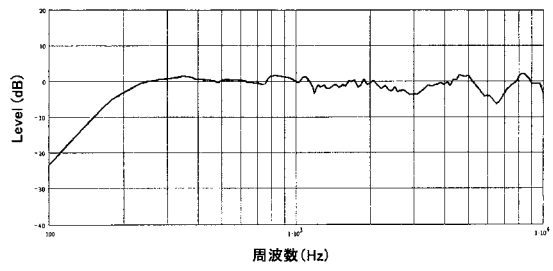


【 図 7 】



$a_{10} = 1.0027852523$	$a_{20} = 0.7117834878$
$a_{11} = -1.9674124383$	$a_{21} = -1.3157740083$
$a_{13} = 0.9728233693$	$a_{22} = 0.6039905206$
$b_{11} = 1.9711103263$	$b_{21} = 1.3064257242$
$b_{12} = -0.9719107347$	$b_{22} = -0.3251222925$

【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 070092 (JP, A)  
特開2005 - 051694 (JP, A)  
特開2009 - 111836 (JP, A)  
特開2006 - 333440 (JP, A)  
特開2006 - 157130 (JP, A)  
特開平04 - 320199 (JP, A)  
特開平08 - 154294 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 3/04  
H04R 1/40