

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2011/007813 A1

PCT

(43) 国際公開日

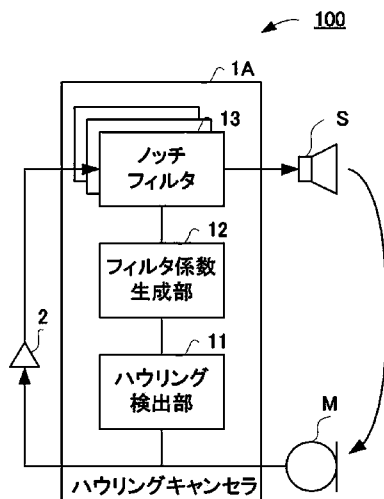
2011 年 1 月 20 日(20.01.2011)

- (51) 国際特許分類:
H04R 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061923
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 14 日(14.07.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-168559 2009 年 7 月 17 日(17.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ヤマハ株式会社(YAMAHA CORPORATION) [JP/JP];
〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町 10 番 1 号
Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 良
(TANAKA Ryo).
- (74) 代理人: 古館 久丹子(FURUDATE Kuniko); 〒
1050003 東京都港区西新橋一丁目 7 番 13 号
虎ノ門イーストビルディング 10 階 栄光特
許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HOWLING CANCELLER

(54) 発明の名称: ハウリングキャンセラ

[図1]



- 13 NOTCH FILTER
12 FILTER COEFFICIENT GENERATOR
11 HOWLING DETECTOR
1A HOWLING CANCELLER

(57) Abstract: A howling canceller applied to an acoustic system having a speaker and a microphone comprises: a filter insertion means for inserting a notch filter at a frequency of an audio signal picked up by the microphone; a setting means for setting the insertion time of the notch filter on the basis of the frequency at which the notch filter is inserted; and a disconnecting means for, when the insertion time set by the setting means has elapsed, disconnecting the notch filter, the insertion time of which has elapsed. The setting means sets the insertion time of the notch filter to be shorter as the frequency at which the notch filter is inserted increases.

(57) 要約: マイクとスピーカとを有する音響システムに適用されるハウリングキャンセラは、前記マイクの收音信号の周波数にノッチフィルタを挿入するフィルタ挿入手段と、前記ノッチフィルタが挿入されている周波数に基づいて、前記ノッチフィルタの挿入時間を設定する設定手段と、前記設定手段が設定した挿入時間が経過すると、該挿入時間を経過したノッチフィルタを開放する開放手段とを備え、前記設定手段は、前記ノッチフィルタが挿入されている周波数が高域であるほど、該ノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する。

WO 2011/007813 A1

明 細 書

発明の名称：ハウリングキャンセラ

技術分野

[0001] この発明は、スピーカからマイクへ至る音響帰還系に生じるハウリングを抑制するハウリングキャンセラに関する。

背景技術

[0002] 音響帰還系に生じるハウリングを抑制する方法として、ハウリングが発生している周波数にノッチフィルタを挿入する（割り当てる）ハウリングキャンセラが各種提案されている（例えば、特許文献1参照）。ハウリングは、複数の周波数に同時に発生する場合があるため、周波数の異なる複数のノッチフィルタを挿入する必要がある。しかし、ノッチフィルタの数は、ハウリングキャンセラのハードウェアの性能により制限される。このため、ハウリングキャンセラは、全てのノッチフィルタを挿入した後に、新たなハウリングを検出すると（すなわち、ノッチフィルタの数が不足すると）、既に挿入済みのノッチフィルタを開放しなければならない。

[0003] 特許文献1に記載のハウリング除去装置では、ノッチフィルタの数が不足すると、挿入時間が最も長いノッチフィルタを開放して、新たに検出したハウリングを当該ノッチフィルタを挿入して抑制する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2008-005305号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ノッチフィルタは、ある程度の帯域幅のゲインを急激に下げるものであるため、音質が劣化するという課題がある。しかしながら、特許文献1に記載のハウリング除去装置では、ノッチフィルタの数が不足するまで、挿入済みのノッチフィルタを開放することがない。状況によっては、ハウリングが抑

制されている場合も考えられるが、特許文献 1 のハウリング除去装置では、音響帰還系の変化等によってハウリングが解消している周波数のノッチフィルタを挿入したままになってしまう可能性もある。

[0006] そこで、この発明は、ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタを適切に開放するハウリングキャンセラ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

[0007] この発明のハウリングキャンセラは、マイクとスピーカとを有する音響システムに適用されるハウリングキャンセラであって、前記マイクの收音信号の周波数にノッチフィルタを挿入するフィルタ挿入手段と、前記ノッチフィルタが挿入されている周波数に基づいて、前記ノッチフィルタの挿入時間を設定する設定手段と、前記設定手段が設定した挿入時間が経過すると、該挿入時間を経過したノッチフィルタを開放する開放手段と、を備え、前記設定手段は、前記ノッチフィルタが挿入されている周波数が高いほど、該ノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定するハウリングキャンセラである。

[0008] 好適には、前記ハウリングキャンセラは、前記マイクの移動量を検出する移動量検出手段を更に備え、前記設定手段は、前記移動量検出手段で検出されたマイクの移動量が大きくなるほど、前記ノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する。

[0009] 好適には、前記ハウリングキャンセラは、前記マイクの可動範囲を設定する範囲設定手段を更に備え、前記設定手段は、前記範囲設定手段が設定した前記マイクの可動範囲に基づいて、前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を決定し、前記低域と高域とで前記ノッチフィルタの挿入時間が異なるように設定する。

[0010] 好適には、前記設定手段は、前記低域に挿入されるノッチフィルタの挿入時間より前記高域に挿入されるノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する。

[0011] 好適には、前記フィルタ挿入手段は、前記マイクの收音信号の周波数の低

域及び高域にそれぞれ低域用のノッチフィルタと高域用のノッチフィルタとを挿入し、前記低域に挿入される前記低域用のノッチフィルタの上限数を設定する。

[0012] 好適には、前記フィルタ挿入手段は、前記マイクの收音信号の周波数に挿入する複数のノッチフィルタの上限数を設定し、前記設定手段は、前記マイクの收音信号の周波数に挿入する前記複数のノッチフィルタが前記上限数に達した場合、高域に挿入された複数のノッチフィルタが抑制する複数の周波数を含む帯域を、1つのノッチフィルタで抑制する。

[0013] 好適には、前記ハウリングキャンセラは、前記マイクの移動量を検出する移動量検出手段を更に備え、前記設定手段は、前記移動量検出手段で検出された前記マイクの移動量に基づいて、前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を設定し、前記開放手段は、前記閾値が設定されたときに、前記高域に挿入されているノッチフィルタを開放する。

[0014] 好適には、前記移動量検出手段は、前記マイクに設けられた加速度センサを有し、前記加速度センサによって前記マイクの移動量を検出する。

[0015] 好適には、前記移動量検出手段は、前記スピーカから放音された音声を前記マイクが検出することによって前記マイクと前記スピーカとの距離を測定し、該測定された距離に基づいて前記マイクの移動量を検出する。

[0016] 好適には、前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を設定する閾値設定手段をさらに備え、前記設定手段は、前記低域に挿入されているノッチフィルタが開放されず、前記高域のノッチフィルタが挿入されている周波数が高いほど、該高域のノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する。

発明の効果

[0017] この発明のハウリングキャンセラは、ハウリングが発生した状況に応じて適切にノッチフィルタを開放することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1] 音響システムの機能、構成を示すブロック図である。

[図2] フィルタ係数の一例を示す図である。

[図3] (A) — (D) は、ノッチフィルタの挿入時間の算出に用いるカウンタテーブルの一例である。

[図4] (A)、(B) は、実施例 4 に係るノッチフィルタに関する説明図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0019] この発明の実施例 1 に係るハウリングキャンセラ 1 A を備えた音響システム 100 について、図 1 を参照して説明する。図 1 は、音響システムの機能、構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、音響システム 100 は、マイク M、ハウリングキャンセラ 1 A、アンプ 2、及びスピーカ S を備える。この音響システム 100 では、マイク M が收音した音声信号は、アンプ 2 で増幅された後、スピーカ S から音声として放音される。スピーカ S が放音した音声は、再度マイク M で收音される。音響システム 100 では、スピーカ S が放音した音声信号がマイク M へ帰還されてアンプ 2 にて増幅され閉ループが形成される。この閉ループのループゲインが 1 を超えると、ハウリングが発生する。そこで、この音響システム 100 では、ハウリングキャンセラ 1 A を用いて、発生したハウリングを解消している。

[0020] 次に、この音響システム 100 の機能、構成について説明する。マイク M は、周囲の音声（スピーカ S から放音した音声も含む）を收音して音声信号を生成し、ハウリングキャンセラ 1 A、及びアンプ 2 へ出力する。

[0021] アンプ 2 は、入力された音声信号を増幅して、ハウリングキャンセラ 1 A のノッチフィルタ 13 へ出力する。

[0022] ハウリングキャンセラ 1 A は、入力された音声信号のハウリングが発生している周波数成分を抑制する。ハウリングキャンセラ 1 A は、ハウリング検出部 11、フィルタ係数生成部 12、及び複数のノッチフィルタ 13 を備える。ノッチフィルタ 13 の数は、フィルタを構成するハードウェア（マイクロコンピュータ等）の性能や設定に基づき制限される。また、ハウリングキ

キャンセラ 1 A は、マイク M から入力された音声信号をハウリング検出部 1 1 へ出力する。

[0023] ハウリング検出部 1 1 は、入力された音声信号に対して、高速フーリエ変換処理を行い、当該音声信号を周波数スペクトルに変換する。ハウリング検出部 1 1 は、周波数スペクトルの中から、所定値以上のパワーレベルを持つ周波数成分（すなわち、ハウリングが発生している周波数成分）を検出して、フィルタ係数生成部 1 2 へ出力する。

[0024] フィルタ係数生成部 1 2 は、ノッチフィルタ 1 3 の挿入及び開放を制御する。具体的には、フィルタ係数生成部 1 2 は、アンプ 2 から入力された音声信号の所定周波数成分（ハウリングが発生している周波数成分）を抑制するフィルタ係数を生成する。また、フィルタ係数生成部 1 2 は、ノッチフィルタ 1 3 の挿入されている時間が挿入時間を経過する（フィルタ 1 3 を開放すべき時間に達する）と、該ノッチフィルタ 1 3 を開放する。フィルタ係数生成部 1 2 の処理の詳細については、後述する。

[0025] ノッチフィルタ 1 3 は、アンプ 2 から入力された音声信号の、ハウリングが発生している周波数成分を抑制して、スピーカ S へ出力する。

[0026] スピーカ S は、ハウリングキャンセラ 1 A から入力された音声信号（すなわち、ハウリングが発生している周波数成分が抑制された後の音声信号）に基づく音声を放音する。

[0027] 次に、フィルタ係数生成部 1 2 の処理の詳細について、図 2 を参照して説明する。図 2 は、挿入しているノッチフィルタの一覧（フィルタテーブル）の一例を示す図である。フィルタ係数生成部 1 2 は、図 2 に示すようなフィルタテーブルを記憶しており、このフィルタテーブルの各種パラメータに対応する複数のノッチフィルタ（フィルタ係数）を生成する。このフィルタテーブルには、ノッチフィルタの中心周波数、帯域幅、及び減衰させるゲイン量がノッチフィルタ 1 3（フィルタ 1 3 A、フィルタ 1 3 B、フィルタ 1 3 C、・・・）毎に登録されている。ノッチフィルタ 1 3 は、中心周波数を中心とする帯域幅の信号に対して、ゲイン量を減衰させる。例えば、フィルタ

13Aは、95Hz～105Hz（100Hzを中心とする10Hzの帯域幅）の帯域の音声信号に対して、ゲインを24dB減衰する。フィルタ13Cは、1.15kHz～1.25kHz（1.2kHzを中心とする0.1kHzの帯域幅）の帯域の音声信号に対して、ゲインを24dB減衰する。なお、減衰するゲイン量は、24dBに限らない。また、帯域幅は、10Hz、0.1kHzに限らない。

[0028] フィルタ係数生成部12は、フィルタテーブルに中心周波数、帯域幅、及びゲイン量を登録及び削除することで、ノッチフィルタ13の挿入及び開放を制御している。具体的には、フィルタ係数生成部12は、ノッチフィルタ13を挿入する場合に、当該ノッチフィルタ13を挿入する中心周波数、帯域幅、及びゲイン量をフィルタテーブルに登録する。フィルタ係数生成部12は、ノッチフィルタ13を開放する場合に、当該ノッチフィルタ13が挿入されていた中心周波数、帯域幅、及びゲイン量をフィルタテーブルから削除する。そして、フィルタ係数生成部12は、当該フィルタテーブルに登録された各種パラメータに基づいてフィルタ係数を生成する。

[0029] フィルタ係数生成部12は、ハウリング検出部11から周波数成分（ハウリングが発生している周波数成分）が入力されると、当該周波数成分を抑制するようにノッチフィルタ13を挿入する。すなわち、フィルタ係数生成部12は、当該周波数を中心周波数として帯域幅、及びゲイン量をフィルタテーブルに登録する。

[0030] また、フィルタ係数生成部12は、各ノッチフィルタ13の挿入時間を記憶しており、開放すべき時間に達したノッチフィルタ13の中心周波数、帯域幅、及びゲイン量をフィルタテーブルから削除する。

[0031] 次に、各ノッチフィルタ13の挿入時間について説明する。一般的に、ハウリングが発生する周波数は、設置環境（例えば、音響システムを設置した居室の大きさや形）や使用状況（例えば、マイクとスピーカとの距離や、人の移動による空気の流れ）等によって決まる。設置環境によって閉ループが定まる。当該閉ループにおいて、特定周波数成分の位相が揃うと、ループゲ

インが増大する。そして、当該ループゲインが1を超えると、ハウリングが発生する。

[0032] 低い周波数の場合は、波長が長いため、ハウリングの発生は閉ループの経路長の変化の影響を受けにくく、壁面の反射等その他の設置環境による影響が大きい。したがって、低い周波数の場合は、マイクMが移動したとしても、ハウリングの発生は閉ループでの位相変化の影響を受けにくく、ループゲインが1未満になりにくいため、ノッチフィルタ13の開放までに長い時間を設定したほうがよい。

[0033] 一方で高い周波数の場合は、波長が短いため、ハウリングの発生は閉ループの経路長の変化の影響を受けやすい。したがって、高い周波数の場合は、マイクMが移動すると、ハウリングの発生は閉ループでの位相変化の影響を受けて、ループゲインが1未満になりやすいため、ノッチフィルタ13の開放までの時間を短く設定したほうがよい。

[0034] そこで、フィルタ係数生成部12は、低域ほどノッチフィルタ13の挿入時間（ノッチフィルタ13を挿入してから開放するまでの時間）を長く設定し、高域ほどノッチフィルタ13の挿入時間を短く設定する。フィルタ係数生成部12は、各ノッチフィルタ13にカウンタCを設ける。カウンタCは、単位時間あたりのカウント値の加算値を示し、次の式1、式2を用いて表される。

[0035] $C = C + Y(F) \cdots \text{式1}$

$Y(F) = \log_k F \quad (k = \text{定数}) \cdots \text{式2}$

フィルタ係数生成部12は、カウンタCの値が所定値を超えると、対応するノッチフィルタ13を挿入してから経過した時間が挿入時間に達した（ノッチフィルタ13の挿入時間が経過した）と判断して、挿入時間に達したノッチフィルタ13を開放する。

[0036] 例えば、周波数をオクターブで表すために、 $Y(F) = \log_2 F$ で表すと、100HzにおけるカウンタCのカウント値は、 $\log_2 100 = 6.6439$ となる。1kHzにおけるカウンタCのカウント値は、 $\log_2 1000$

$= 9.9658$ となり、 10 kHz におけるカウンタ C のカウント値は、 $10g_2 10000 = 13.2877$ となる。すなわち、 100 Hz に挿入するノッチフィルタ 13 の挿入時間は、 10 kHz に挿入するノッチフィルタ 13 の挿入時間の約 2 倍長くなる。なお、定数 k の値は 2 に限らない。

[0037] 以上のように、フィルタ係数生成部 12 は、ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタ 13 の挿入時間を設定する。この結果、フィルタ係数生成部 12 は、ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタ 13 を適切に開放することができる。また、フィルタ係数生成部 12 は、使用状況の影響を受けて、ハウリングの有無が変化しやすい周波数（高域）へのノッチフィルタ 13 による抑制を短時間で開放することで、音質の劣化を防ぐことができる。

[0038] なお、本実施例では、式 2 を用いてカウンタ C を算出したが、図 3 (A) — (D) に示すカウンタテーブルのいずれかを用いてカウンタ C を算出してもよい。図 3 (A) — (D) は、ノッチフィルタの挿入時間の算出に用いるカウンタテーブルの一例である。図 3 (A) — (D) において、 Y は、カウンタ C への単位時間当たりのカウント値（式 2 における $Y(F)$ ）を示す。 F は、周波数を示し、 T は、低域と高域との閾値を示す。図 3 (A) は、低域におけるカウンタの増加率が高く、高域におけるカウンタの増加率が低い例である。図 3 (B) は、低域におけるカウンタの増加率が高く（特に、低域においてより低域側であるほどカウンタの増加率が高い）、高域におけるカウンタの増加率が 0 の例である。つまり、低域におけるカウンタの増加量が増えるが、高域におけるカウンタの増加量が一定となる例である。図 3 (C) は、低域におけるカウンタの増加量及び高域におけるカウンタの増加量が一定であり、かつ低域と高域とでカウンタの増加量が異なる例である。図 3 (D) は、低域におけるカウンタの増加量が 0 であり（低域に挿入されるノッチフィルタは開放されない）、高域におけるカウンタの増加率が高い例である。フィルタ係数生成部 12 は、図 3 (A) — (D) に示すカウンタテーブルを用いることで、高域にいくほどノッチフィルタ 13 の挿入時間を短

くすることができる。この高域と低域との閾値は、所定の値（例えば、2 kHz や 3 kHz 等）を用いてもよい。

例えば、図3（D）に示すカウンタテーブルを採用したハウリングキャンセラの場合、ユーザが自動フィルタ開放機能をONにしたときに、閾値（例えば2 kHz、可動範囲に換算すると約17 cm）より低い帯域のノッチフィルタは開放せず、閾値以上の帯域に挿入されたノッチフィルタは、その挿入されている周波数に比例した加算値でカウントアップされるので、閾値以上の周波数に挿入されたノッチフィルタは周波数が高いほど挿入時間が短く設定される。

[0039] また、高域と低域との閾値は、次に示すようにマイクの可動範囲に基づいて算出してもよい。

マイクの可動範囲に基づいて、低域と高域との閾値の算出方法について説明する。周波数 F (Hz) は、音速を V (m/s)、波長を λ (m) とすると、次の式3、式4で表される。

[0040] $F = V / \lambda$. . . 式3

$V = 340$. . . 式4

ここで、ハウリングは、音声の半波長に対応する量だけマイクMが移動すると、位相が反転するため解消すると考えられる。すなわち、マイクMの移動量 L を半波長とみなし、その周波数のハウリングは解消すると考えられる。また、マイクMの移動量 L より波長が長い周波数は、半波長に達しないため、マイクの移動によりハウリングは抑制されにくい。

[0041] そこで、マイクの移動量 L が半波長になる周波数 F を低域と高域との閾値 T であるとする、閾値 T は、次の式5で表される。

[0042] $T = 340 / 2L = 170 / L$. . . 式5

一般に、マイクMは、話者により保持され、話者の移動に伴って移動するものである。そこで、マイクの移動量 L は、話者の可動範囲（マイクの可動範囲）に基づいて算出する。例えば、舞台上で演説するような場合には、話者は、舞台上を頻繁に移動するものではなく、身振り手振り話をするものが

多い。このため、手を動かす距離（1 m）を半波長とする。この場合、閾値 T は、 $170 / 1 = 170 \text{ Hz}$ となる。また、例えば、話者が舞台上を動くような場合は、舞台上を移動する距離（5 m）を半波長とする。この場合、閾値 T は、 $170 / 5 = 34 \text{ Hz}$ となる。このように、マイクの移動量 L は、話者の可動範囲（マイクの可動範囲）、すなわち音響システムの用途に基づいて算出することができる。

- [0043] 以上のように、ハウリングキャンセラ 1 A は、マイクの可動範囲を半波長として、低域と高域との閾値を算出することで、設置環境や使用状況の変化に応じて、適切な閾値を求めることができる。

実施例 2

- [0044] この発明の実施例 2 に係るハウリングキャンセラ 1 B（不図示）について説明する。ハウリングキャンセラ 1 B は、ノッチフィルタ 1 3 が低域用と高域用とを備える点で実施例 1 に係るハウリングキャンセラ 1 A と相違する。以下、相違点のみ説明する。なお、ハウリングキャンセラ 1 B は、ノッチフィルタ 1 3 が低域用と高域用とを備える点でハウリングキャンセラ 1 A とブロック図が相違するだけであるから、図示を省略する。
- [0045] ハウリングキャンセラが有するノッチフィルタ 1 3 の数は、フィルタを構成するハードウェアの性能や設定に基づき制限されている。また、フィルタ係数生成部 1 2 は、低域ほどノッチフィルタ 1 3 の挿入時間が長く設定されているため、低域と高域とでノッチフィルタ 1 3 を共有すると、高域より低域に割り当てられるノッチフィルタ 1 3 の数が増える傾向がある。
- [0046] そこで、実施例 2 に係るハウリングキャンセラ 1 B では、低域用ノッチフィルタと高域用ノッチフィルタとに分けて、それぞれの上限数が設定されている。例えば、ノッチフィルタ 1 3 の数が合計 10 個の場合は、低域用 5 個及び高域用 5 個、又は低域用 6 個及び高域用 4 個というように分けて上限数を設定する。これにより、フィルタ係数生成部 1 2 は、ノッチフィルタ 1 3 を低域用と高域用とに分けて上限数を設定することで、低域に割り当てられるノッチフィルタの数が極端に多くなることなく、低域と高域とに適切にノ

ッチフィルタ 13 を割り当てることができる。

実施例 3

- [0047] この発明の実施例 3 に係るハウリングキャンセラ 1 C（不図示）について説明する。実施例 3 に係るハウリングキャンセラ 1 C は、ノッチフィルタ 13 を低域用、中域用、高域用に分けて挿入時間をそれぞれ設定する点で実施例 1 に係るハウリングキャンセラ 1 A と相違する。なお、ハウリングキャンセラ 1 C は、ハウリングキャンセラ 1 A とブロック図が同じであるため、図示を省略する。
- [0048] 実施例 3 に係るハウリングキャンセラ 1 C では、低域、中域、高域とでノッチフィルタ 13 の挿入時間を変更する。低域では、マイク M の移動による影響を受けにくいため、一度発生したハウリングは解消しにくい。そこで、フィルタ係数生成部 12 は、ノッチフィルタ 13 を低域に挿入した後に開放しない設定とする。
- [0049] 高域では、マイク M の移動による影響を受けやすく、ハウリングはマイクの移動により解消されやすい。そこで、フィルタ係数生成部 12 は、ハウリングが発生した周波数の周辺の周波数帯域を抑制するような帯域幅の広いフィルタ（帯域抑制フィルタ）を挿入し、挿入時間を短く設定する。例えば、高域用ノッチフィルタの挿入時間は、中域用ノッチフィルタの挿入時間よりも短い。また、高域用ノッチフィルタの帯域幅は、中域用ノッチフィルタの帯域幅よりも広い。
- [0050] 中域では、フィルタ係数生成部 12 は、ハウリングが発生した周波数にノッチフィルタ 13 を挿入し、挿入時間を設定する。フィルタ係数生成部 12 は、低域と高域との閾値（所定の値や、波長に基づいて算出した値）の周辺の帯域を中域とする。
- [0051] なお、ハウリングキャンセラ 1 C は、実施例 2 のハウリングキャンセラ 1 B のように、ノッチフィルタ 13 を低域用ノッチフィルタ、高域用ノッチフィルタ、及び中域用ノッチフィルタに分けて上限数を設定する態様であってもよい。

- [0052] 以上のように、ハウリングキャンセラ 1 Cでは、低域、高域、中域とで、抑制する帯域幅及び挿入時間を変更することで、ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタ 1 3 を適切に開放することができる。

実施例 4

- [0053] この発明の実施例 4 に係るハウリングキャンセラ 1 D（不図示）について、図 4（A）、（B）を参照して説明する。図 4（A）、（B）は、実施例 4 に係るノッチフィルタに関する説明図である。実施例 4 では、複数のノッチフィルタ 1 3 がゲインを抑制する複数の周波数帯域をまとめて 1 つのフィルタで抑制する（複数のノッチフィルタ 1 3 をマージする）ものである。図 4（A）は、複数のノッチフィルタ 1 3 のマージ前の周波数特性を示し、図 4（B）は、実線が複数のノッチフィルタ 1 3 のマージ後の周波数特性を示し、破線が複数のノッチフィルタ 1 3 のマージ前の周波数特性を示す。実施例 4 に係るハウリングキャンセラ 1 D は、複数のノッチフィルタ 1 3 をマージする点で実施例 2 に係るハウリングキャンセラ 1 A と相違する。なお、ハウリングキャンセラ 1 D は、ハウリングキャンセラ 1 A とブロック図が同じであるため、図示を省略する。

- [0054] フィルタ係数生成部 1 2 は、同時に存在するノッチフィルタ 1 3 の数に限りがあるため、全てのノッチフィルタ 1 3 を挿入した後、新たにハウリングを検出すると、新たに検出したハウリングを抑制するためのノッチフィルタ 1 3 が不足してしまう。そこで、マイク M の移動による影響を受けやすい高域に設定された複数のノッチフィルタ 1 3 をマージする。

- [0055] 具体的には、フィルタ係数生成部 1 2 は、周波数 f_1 を中心周波数とするノッチフィルタ 1 3 と、周波数 f_2 を中心周波数とするノッチフィルタ 1 3 と、が挿入されている場合（図 4（A）参照）、これら 2 つのノッチフィルタ 1 3 を、周波数 f_1 と周波数 f_2 との中心の周波数 $(f_1 + f_2) / 2$ を中心周波数とする帯域幅の広い 1 つのノッチフィルタ 1 3 に変更する（図 4（B）参照）。この結果、フィルタ係数生成部 1 2 は、ノッチフィルタ 1 3 を 1 つ開放することができるため、開放したノッチフィルタ 1 3 を用いて、

新たに発生したハウリングを抑制することができる。

[0056] また、2つのノッチフィルタ 13 をマージする際に、フィルタ係数生成部 12 は、それぞれの中心周波数が最も近いノッチフィルタ 13 を選択してマージする。

[0057] これにより、フィルタ係数生成部 12 は、ノッチフィルタ 13 の数が不足しても、ノッチフィルタ 13 をマージすることで、ハウリングが新たに発生している周波数成分を抑制することができる。また、フィルタ係数生成部 12 は、挿入時間が短い高域の複数のノッチフィルタ 13 をマージすることで、ハウリングが発生していない周波数成分の抑制時間を短くすることができる。この結果、ハウリングキャンセラ 1 A は、出力する音声の劣化を少なくすることができる。更に、フィルタ係数生成部 12 は、周波数が近い複数のノッチフィルタ 13 をマージすることで、抑制する周波数成分を減らすことができる。この結果、ハウリングキャンセラ 1 A は、出力する音声をより劣化させない。

実施例 5

[0058] 実施例 5 に係るハウリングキャンセラ 1 E (不図示) について説明する。実施例 5 に係るハウリングキャンセラ 1 E は、マイクの移動量 L に応じてノッチフィルタ 13 を開放する点で、実施例 1 に係るハウリングキャンセラ 1 A と相違する。なお、ハウリングキャンセラ 1 E は、ハウリングキャンセラ 1 A とブロック図が同じであるため、図示を省略する。

[0059] マイクの移動量 L は、マイク M に取り付けられた加速度センサ (不図示) により検出する。フィルタ係数生成部 12 は、加速度センサによりマイク M の移動を検出すると、マイクの移動量 L に基づいて、開放するノッチフィルタ 13 を選択する。例えば、マイクの移動量 L を半波長として、周波数 (閾値) を算出し、当該周波数より高域に挿入されたノッチフィルタ 13 を全て開放してもよい。

[0060] なお、マイク M の移動は、加速度センサでの検出に限らず、スピーカ S とマイク M との距離を測定することで検出してもよい。距離の測定方法として

は、例えば、スピーカSから測定音を放音し、マイクMで測定音を受け取るまでの到達時間を用いるものが考えられる。

[0061] 以上のように、ハウリングキャンセラ1Dは、マイクの移動量Lを検出するだけで、ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタ13を適切に開放することができる。

なお、実施例1では、マイクの移動量Lは、話者の可動範囲（マイクの可動範囲）に基づいて算出しているが、実施例5に記載のマイクの移動量Lの検出手法を実施例1に適用し、検出したマイクの移動量Lに基づいて低域と高域とを分ける閾値を算出してもよい。

[0062] 以下に、本発明の作用効果を記載する。

この発明のハウリングキャンセラは、マイクとスピーカとを有する音響システムに適用される。ハウリングキャンセラは、複数のノッチフィルタを備え、ノッチフィルタが挿入されている周波数に基づいて当該ノッチフィルタの挿入時間が設定される。ハウリングキャンセラは、高い周波数に挿入されるノッチフィルタは、低い周波数に挿入されるノッチフィルタよりも挿入時間が短く設定される。つまり、ノッチフィルタが挿入されている周波数が高域であるほど、挿入時間が短時間に設定される。

[0063] 一般的に、ハウリングが発生する周波数は、設置環境（例えば、音響システムを設置した居室の大きさや形）や使用状況（例えば、マイクとスピーカとの距離や、人の移動による空気の流れ）等によって決まる。また、ハウリングの発生要因の1つとして、スピーカとマイクとの間の閉ループにおいて、位相が揃うことでループゲインが増大することがある。このループゲインが増大して1を超えるとハウリングが発生する。すなわち、低い周波数では、波長が長いためにマイクの移動による位相変化の影響が小さく、壁面の反射等その他の設置環境の影響によることが大きい。逆に高い周波数では、波長が短いためにマイクの移動による位相変化の影響が大きい。

[0064] そこで、この発明のハウリングキャンセラでは、高い周波数ほどマイクの移動によってハウリングが抑制されやすいとみなし、ノッチフィルタが挿入

されている周波数が高域であるほど、挿入時間を短くしている。

[0065] 以上より、この発明のハウリングキャンセラは、ハウリングが発生した状況（設置環境の影響を受けやすいか、又はマイクの移動等の使用状況の影響を受けやすいか）に応じて、適切にノッチフィルタを開放することができる。そのため、ハウリングが抑制されやすい周波数（高い周波数）のゲインの抑制を短時間で切り替えることで、音質の劣化を防ぐことができる。

[0066] また、この発明のハウリングキャンセラは、マイクの移動量を入力する移動量入力手段（例えば、マイクの可動範囲を設定する設定手段、マイクに取り付けた加速度センサや、マイクとスピーカ間の距離を測定する手段等）を備えてもよい。この場合、ハウリングキャンセラは、マイクの移動量が大きくなるほど、挿入時間を短くする。

[0067] ハウリングは、マイクの移動量が大きくなると、位相が大きく変化するため、ハウリングを抑制しやすくなる。そこで、ハウリングキャンセラは、マイクの移動量が大きくなるほど、ノッチフィルタの挿入時間を短時間にすることで、ハウリングが解消した周波数のゲインを抑制した状態を維持しないようにすることができる。

[0068] また、この発明のハウリングキャンセラは、マイクの可動範囲を設定する範囲設定手段を備えてもよい。この場合、ハウリングキャンセラは、適用する音響システムの用途に応じて、マイクの可動範囲を設定しておくことで、低域と高域との境目である閾値を決定し、この閾値によって分けられた低域と高域とで挿入時間を変更する。

[0069] 上述のように、マイクが移動すると、位相が変化するが、その移動量が半波長に対応するもの（180度位相が変化する移動量）であればハウリングが抑制されやすいと考えられる。そこで、ハウリングキャンセラは、予めマイクの可動範囲を設定しておき、この可動範囲を半波長とみなす。この波長よりも長い波長（低い周波数）は、設置環境に起因し、マイクの移動によりハウリングは抑制されにくいとして、短い波長（高い周波数）は、マイクの移動によりハウリングが抑制されやすいとする。よって、ハウリングキャン

セラは、マイクの可動範囲に対応する周波数を閾値とし、その前後で挿入時間を変更することで、ハウリングを適切に抑制することができる。

[0070] また、この発明のハウリングキャンセラは、複数のノッチフィルタを低域用と高域用とで分けて上限数を設定する構成としてもよい。

[0071] ハウリングキャンセラは、低い周波数ほど挿入時間が長いため、ノッチフィルタが低域に極端に多く割り当てられてしまう可能性がある。そこで、この発明のハウリングキャンセラは、ノッチフィルタを低域用と高域用とに分けて上限数を設定することで、低域に過剰に多くのノッチフィルタが割り当てられることなく、低域と高域とに適切にノッチフィルタを割り当てることができる。

[0072] また、この発明のハウリングキャンセラは、ノッチフィルタの数が不足すると、高域に挿入された複数のノッチフィルタが抑制する周波数を、帯域幅が広い1つのフィルタで抑制する構成としてもよい。

[0073] ハウリングキャンセラは、高い周波数帯域は挿入時間が短く、音質劣化の影響が少ないため、複数のノッチフィルタを融合した帯域幅の広い1つのノッチフィルタで抑制を行うことで、ノッチフィルタの使用数を削減することができる。

[0074] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2009年7月17日出願の日本特許出願（特願2009-168559）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0075] ハウリングの発生状況に応じて、ノッチフィルタを適切に開放するハウリングキャンセラを提供することができる。

符号の説明

[0076] 1 A…ハウリングキャンセラ、1 1…ハウリング検出部、1 2…フィルタ係数生成部、1 3…ノッチフィルタ、2…アンプ、M…マイク、S…スピー

力

請求の範囲

- [請求項1] マイクとスピーカとを有する音響システムに適用されるハウリングキャンセラであって、
- 前記マイクの收音信号の周波数にノッチフィルタを挿入するフィルタ挿入手段と、
- 前記ノッチフィルタが挿入されている周波数に基づいて、前記ノッチフィルタの挿入時間を設定する設定手段と、
- 前記設定手段が設定した挿入時間が経過すると、該挿入時間を経過したノッチフィルタを開放する開放手段と、
- を備え、
- 前記設定手段は、前記ノッチフィルタが挿入されている周波数が高いほど、該ノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定するハウリングキャンセラ。
- [請求項2] 前記マイクの移動量を検出する移動量検出手段を更に備え、
- 前記設定手段は、前記移動量検出手段で検出されたマイクの移動量が大きくなるほど、前記ノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する請求項1に記載のハウリングキャンセラ。
- [請求項3] 前記マイクの可動範囲を設定する範囲設定手段を更に備え、
- 前記設定手段は、前記範囲設定手段が設定した前記マイクの可動範囲に基づいて、前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を決定し、前記低域と高域とで前記ノッチフィルタの挿入時間が異なるように設定する請求項1に記載のハウリングキャンセラ。
- [請求項4] 前記設定手段は、前記低域に挿入されるノッチフィルタの挿入時間より前記高域に挿入されるノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する請求項3に記載のハウリングキャンセラ。
- [請求項5] 前記フィルタ挿入手段は、前記マイクの收音信号の周波数の低域及び高域にそれぞれ低域用のノッチフィルタと高域用のノッチフィルタとを挿入し、前記低域に挿入される前記低域用のノッチフィルタの上

限数を設定する請求項 1 に記載のハウリングキャンセラ。

[請求項6] 前記フィルタ挿入手段は、前記マイクの收音信号の周波数に挿入する複数のノッチフィルタの上限数を設定し、

前記設定手段は、前記マイクの收音信号の周波数に挿入する前記複数のノッチフィルタが前記上限数に達した場合、高域に挿入された複数のノッチフィルタが抑制する複数の周波数を含む帯域を、1つのノッチフィルタで抑制する請求項 1 に記載のハウリングキャンセラ。

[請求項7] 前記マイクの移動量を検出する移動量検出手段を更に備え、

前記設定手段は、前記移動量検出手段で検出された前記マイクの移動量に基づいて、前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を設定し、

前記開放手段は、前記閾値が設定されたときに、前記高域に挿入されているノッチフィルタを開放する請求項 1 に記載のハウリングキャンセラ。

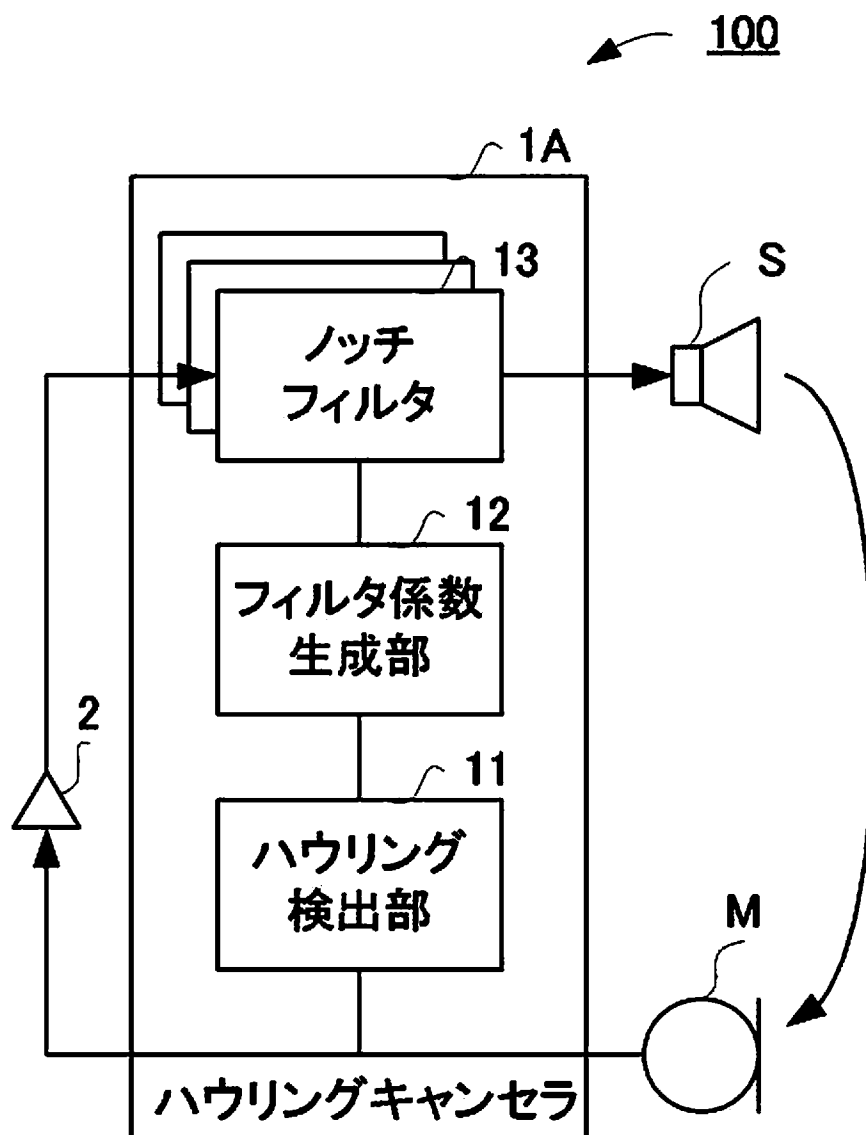
[請求項8] 前記移動量検出手段は、前記マイクに設けられた加速度センサを有し、前記加速度センサによって前記マイクの移動量を検出する請求項 7 に記載のハウリングキャンセラ。

[請求項9] 前記移動量検出手段は、前記スピーカから放音された音声を前記マイクが検出することによって前記マイクと前記スピーカとの距離を測定し、該測定された距離に基づいて前記マイクの移動量を検出する請求項 7 に記載のハウリングキャンセラ。

[請求項10] 前記マイクの收音信号の周波数を低域と高域とに分ける閾値を設定する閾値設定手段をさらに備え、

前記設定手段は、前記低域に挿入されているノッチフィルタが開放されず、前記高域のノッチフィルタが挿入されている周波数が高いほど、該高域のノッチフィルタの挿入時間を短くするように設定する請求項 1 に記載のハウリングキャンセラ。

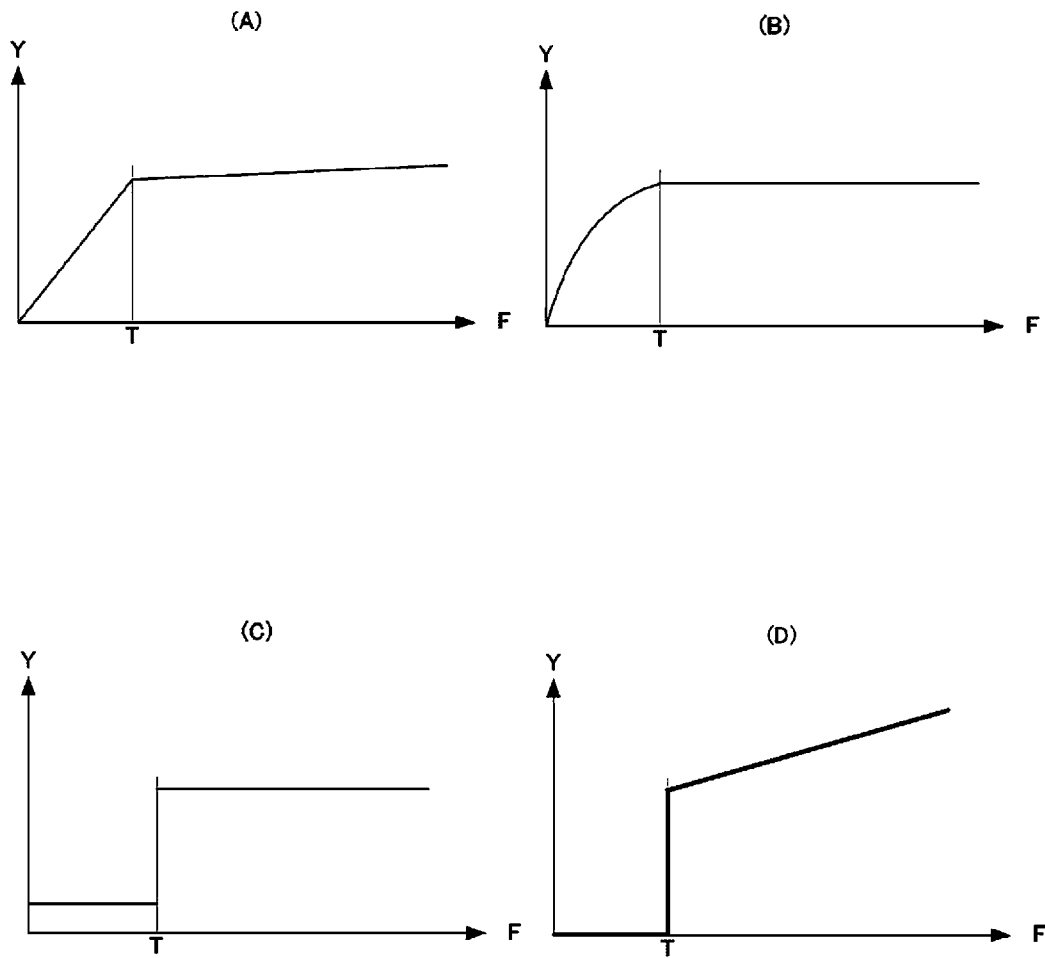
[図1]



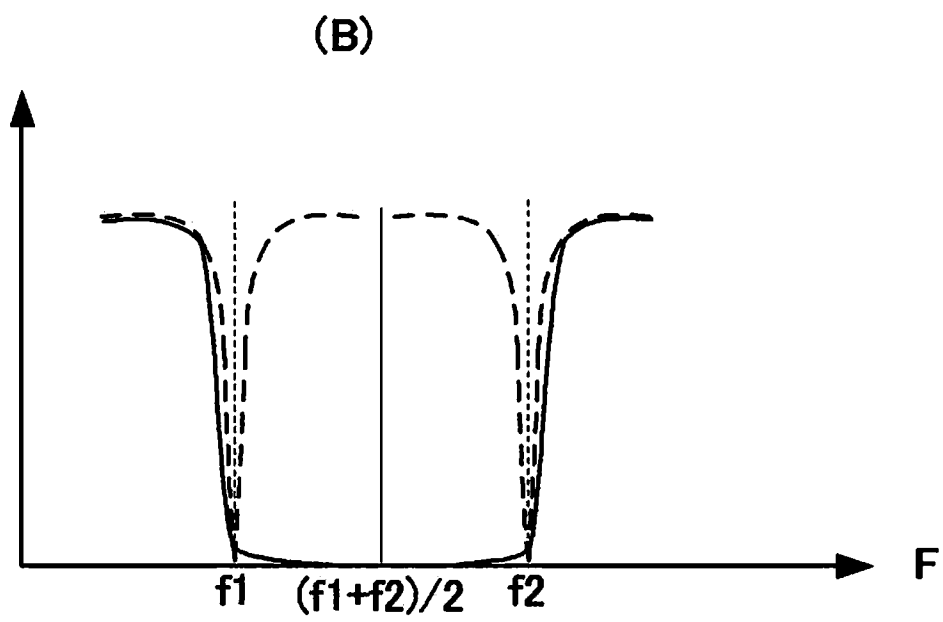
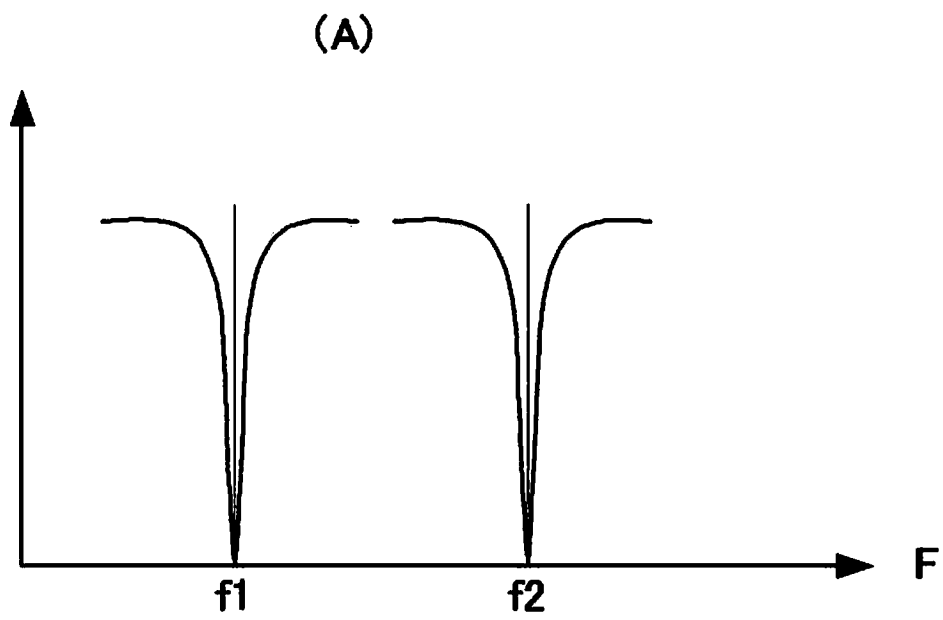
[図2]

ハッチフィルタ	中心周波数	帯域幅	ゲイン量
フィルタ13A	100Hz	10Hz	-24dB
フィルタ13B			
フィルタ13C	1. 2kHz	0. 1kHz	-24dB
...	...	...	...

[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R3/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-254016 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraphs [0017], [0024], [0030] (Family: none)	1-10
A	JP 2005-341129 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0020], [0036], [0048] (Family: none)	1-10
A	JP 2006-217542 A (Yamaha Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), paragraphs [0035], [0046] (Family: none)	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 September, 2010 (30.09.10)Date of mailing of the international search report
12 October, 2010 (12.10.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061923

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-197496 A (Yamaha Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0009], [0022] to [0026], [0043] (Family: none)	2, 3, 7-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04R3/02 (2006. 01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04R3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-254016 A（松下電器産業株式会社）2004. 09. 09, [0017], [0024], [0030]（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2005-341129 A（松下電器産業株式会社）2005. 12. 08, [0020], [0036], [0048]（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2006-217542 A（ヤマハ株式会社）2006. 08. 17, [0035], [0046]（ファミリーなし）	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 2 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

清水 正一

5 Z

4 0 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-197496 A (ヤマハ株式会社) 2006.07.27, [0009], [0022]-[0026], [0043] (ファミリーなし)	2, 3, 7-9