

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7692014号
(P7692014)

(45)発行日 令和7年6月12日(2025.6.12)

(24)登録日 令和7年6月4日(2025.6.4)

(51)国際特許分類 F I
G 1 0 K 11/178(2006.01) G 1 0 K 11/178 1 4 0

請求項の数 7 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-130175(P2023-130175)	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	令和5年8月9日(2023.8.9)	(74)代理人	110001379 弁理士法人大島特許事務所
(65)公開番号	特開2025-25430(P2025-25430A)	(72)発明者	王 循 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式 会社本田技術研究所内
(43)公開日	令和7年2月21日(2025.2.21)	(72)発明者	井上 敏郎 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式 会社本田技術研究所内
審査請求日	令和6年3月28日(2024.3.28)	審査官	齋田 寛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 能動型騒音低減装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

騒音を打ち消すための打消音を出力する打消音出力装置と、
前記騒音及び前記打消音に基づいて誤差信号を生成する誤差マイクと、
前記誤差信号に基づいて前記打消音出力装置を制御する制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記打消音出力装置を制御するための制御信号を生成する制御フィルタと、
前記打消音出力装置から前記誤差マイクまでの二次経路の伝達関数の推定値を示す二次
経路フィルタと、を備えた能動型騒音低減装置であって、
前記誤差マイクとは別個に設けられた基準マイクを更に備え、
前記基準マイクは、前記騒音及び前記打消音に基づいて判定用信号を生成し、
前記制御装置は、前記誤差信号及び前記判定用信号に基づいて、前記二次経路の伝達関
数が変化したか否かを判定する能動型騒音低減装置。

10

【請求項2】

前記打消音出力装置とは別個に設けられた第2の打消音出力装置を更に備え、
前記制御装置は、前記第2の打消音出力装置を制御するための第2の制御信号を生成す
る第2の制御フィルタを備え、
前記第2の制御フィルタは、前記判定用信号に基づいて適応的に更新される請求項1に
記載の能動型騒音低減装置。

【請求項3】

20

前記制御装置は、前記第 2 の打消音出力装置から前記基準マイクまでの第 2 の二次経路の伝達関数の推定値を示す第 2 の二次経路フィルタを備え、

前記制御装置は、前記誤差信号及び前記判定用信号に基づいて、前記第 2 の二次経路の伝達関数が変化したか否かを判定する請求項 2 に記載の能動型騒音低減装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、

前記誤差信号と前記判定用信号の差が第 1 基準値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が第 2 基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化すると判定し、

前記誤差信号と前記判定用信号の差が前記第 1 基準値以上であり、且つ、前記判定用信号の時間変化量が前記第 2 基準値以上である場合に、前記第 2 の二次経路の伝達関数が変化すると判定する請求項 3 に記載の能動型騒音低減装置。

10

【請求項 5】

前記制御装置は、前記誤差信号と前記判定用信号の差が第 1 基準値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が第 2 基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化すると判定する請求項 1 に記載の能動型騒音低減装置。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記誤差信号と前記判定用信号の差が前記第 1 基準値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が前記第 2 基準値以上であり、且つ、前記誤差信号が第 3 基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化すると判定する請求項 5 に記載の能動型騒音低減装置。

20

【請求項 7】

前記打消音出力装置とは別個に設けられた第 2 の打消音出力装置を更に備え、

前記制御装置は、前記第 2 の打消音出力装置から前記基準マイクまでの第 2 の二次経路の伝達関数の推定値を示す第 2 の二次経路フィルタを備えている請求項 1 に記載の能動型騒音低減装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、騒音とは逆位相の打消音を騒音に干渉させることで騒音を低減する能動型騒音低減装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、交通参加者の中の高齢者や子供といった脆弱な立場にある人々に配慮し、このような人々に持続可能な輸送システムへのアクセスを提供する取り組みが活発化している。その実現に向けて、車両の居住性に関する開発を通して、交通の安全性や利便性をより一層改善する研究開発が注目されている。

【0003】

車両の居住性を向上させるためには、車内空間における騒音の低減を図ることが好ましい。そこで、騒音とは逆位相の打消音を騒音に干渉させることで騒音を低減する能動型騒音低減装置の研究開発が積極的に行われている。

40

【0004】

例えば、特許文献 1 には、二次経路の伝達関数の推定値を示す二次経路フィルタ（特許文献 1 の「フィルタード X 信号作成用フィルタ 1 4 c」参照）を備えた能動型騒音低減装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平 7 - 2 8 4 7 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

上記のような能動型騒音低減装置において、二次経路の伝達関数が変化し、二次経路の伝達関数と二次経路フィルタの差が大きくなると、騒音の低減効果が低下したり、却って騒音が増幅したりする恐れがある。そこで、二次経路の伝達関数が変化した場合に、二次経路フィルタを適応的に更新する技術が知られている。このような技術を採用する場合に、二次経路フィルタの適応的な更新を適切なタイミングで実行するためには、二次経路の伝達関数が変化したか否かを正確に判定することが求められる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、以上の背景に鑑み、二次経路の伝達関数が変化したか否かを正確に判定することが可能な能動型騒音低減装置を提供することを課題とする。延いては、持続可能な輸送システムの発展に寄与することを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために本発明のある態様は、騒音を打ち消すための打消音を出力する打消音出力装置(21)と、前記騒音及び前記打消音に基づいて誤差信号(e1)を生成する誤差マイク(23)と、前記誤差信号に基づいて前記打消音出力装置を制御する制御装置(25)と、を備え、前記制御装置は、前記打消音出力装置を制御するための制御信号(u1)を生成する制御フィルタ(W1)と、前記打消音出力装置から前記誤差マイクまでの二次経路の伝達関数の推定値を示す二次経路フィルタ(C^1)と、を備えた能動型騒音低減装置(1)であって、前記誤差マイクとは別個に設けられた基準マイク(24)を更に備え、前記基準マイクは、少なくとも前記騒音に基づいて判定用信号(e2)を生成し、前記制御装置は、前記誤差信号及び前記判定用信号に基づいて、前記二次経路の伝達関数が変化したか否かを判定する。

20

【 0 0 0 9 】

この態様によれば、誤差信号及び判定用信号に基づいて、二次経路の伝達関数が変化したか否かを正確に判定することができる。そのため、二次経路フィルタの適応的な更新を適切なタイミングで実行することができる。

【 0 0 1 0 】

上記の態様において、前記打消音出力装置とは別個に設けられた第2の打消音出力装置(22)を更に備え、前記制御装置は、前記第2の打消音出力装置を制御するための第2の制御信号(u2)を生成する第2の制御フィルタ(W2)を備え、前記第2の制御フィルタは、前記判定用信号に基づいて適応的に更新されても良い。

30

【 0 0 1 1 】

この態様によれば、基準マイクが生成した判定用信号を用いて、第2の制御フィルタを適応的に更新することができる。そのため、判定用信号を生成するマイクと第2の制御フィルタの適応的な更新のための信号を生成するマイクとを別々に設ける場合と比較して、部品点数を削減することができる。

【 0 0 1 2 】

上記の態様において、前記制御装置は、前記第2の打消音出力装置から前記基準マイクまでの第2の二次経路の伝達関数の推定値を示す第2の二次経路フィルタ(c^2)を備え、前記制御装置は、前記誤差信号及び前記判定用信号に基づいて、前記第2の二次経路の伝達関数が変化したか否かを判定しても良い。

40

【 0 0 1 3 】

この態様によれば、誤差信号及び判定用信号に基づいて、二次経路の伝達関数が変化したか否かだけでなく、第2の二次経路の伝達関数が変化したか否かも判定することができる。そのため、二次経路の伝達関数の変化を判定するための信号と、第2の二次経路の伝達関数の変化を判定するための信号と、を別々の構成要素によって生成する場合と比較して、部品点数を削減することができる。

【 0 0 1 4 】

上記の態様において、前記制御装置は、前記誤差信号と前記判定用信号の差が第1基準

50

値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が第2基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化したと判定し、前記誤差信号と前記判定用信号の差が前記第1基準値以上であり、且つ、前記判定用信号の時間変化量が前記第2基準値以上である場合に、前記第2の二次経路の伝達関数が変化したと判定しても良い。

【0015】

この態様によれば、誤差信号及び判定用信号に基づいて、二次経路の伝達関数が変化したか否かと第2の二次経路の伝達関数が変化したか否かを簡単に判定することができる。そのため、制御装置の計算負荷を低減することができる。

【0016】

上記の態様において、前記制御装置は、前記誤差信号と前記判定用信号の差が第1基準値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が第2基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化したと判定しても良い。

10

【0017】

この態様によれば、誤差信号と判定用信号の差だけでなく、誤差信号の時間変化量にも基づいて、二次経路の伝達関数が変化したか否かを判定することができる。これにより、打消音出力装置から基準マイクまでの二次経路の伝達関数が変化した場合に、打消音出力装置から誤差マイクまでの二次経路の伝達関数が変化したと誤判定するのを回避することができる。また、誤差信号と判定用信号の差及び誤差信号の時間変化量に基づいて、二次経路の伝達関数が変化したか否かを簡単に判定することができる。そのため、誤差信号と判定用信号の類似度に基づいて二次経路の伝達関数が変化したか否かを判定するような場合と比較して、制御装置の計算負荷を低減することができる。

20

【0018】

上記の態様において、前記制御装置は、前記誤差信号と前記判定用信号の差が前記第1基準値以上であり、且つ、前記誤差信号の時間変化量が前記第2基準値以上であり、且つ、前記誤差信号が第3基準値以上である場合に、前記二次経路の伝達関数が変化したと判定しても良い。

【0019】

二次経路の伝達関数が変化していない状態でも、誤差信号は僅かに変化していることがある。第1基準値及び第2基準値のみを用いて二次経路の伝達関数の変化を判定する場合、上記のような誤差信号の僅かな変化を除外するためには、第2基準値を大きくすることが求められる。しかし、このように第2基準値を大きくしてしまうと、二次経路の伝達関数の変化を判定する精度が低下する恐れがある。上記の態様によれば、第1基準値及び第2基準値に加えて第3基準値を用いて二次経路の伝達関数の変化を判定することで、第2基準値を大きくすることなく、上記のような誤差信号の僅かな変化を除外することができる。そのため、二次経路の伝達関数の変化を精度良く判定することができる。

30

【0020】

上記の態様において、前記打消音出力装置とは別個に設けられた第2の打消音出力装置(22)を更に備え、前記制御装置は、前記第2の打消音出力装置から前記基準マイクまでの第2の二次経路の伝達関数の推定値を示す第2の二次経路フィルタ(C^2)を備えていても良い。

40

【0021】

この態様によれば、第2の打消音出力装置の制御に基準マイクを利用することができる。そのため、基準マイク以外のマイクを利用して第2の打消音出力装置を制御する場合と比較して、部品点数を削減することができる。

【発明の効果】

【0022】

以上の態様によれば、二次経路の伝達関数が変化したか否かを正確に判定することが可能な能動型騒音低減装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

50

- 【図 1】実施形態に係る能動型騒音低減装置が適用された車両を示す模式図
- 【図 2】実施形態に係る能動型騒音低減装置を示す機能ブロック図
- 【図 3】実施形態に係る音場変化判定処理を示すフローチャート
- 【図 4】実施形態に係る誤差信号の信号レベルを例示するグラフ
- 【図 5】実施形態に係る収束判定処理を示すフローチャート
- 【図 6】実施形態に係る二次経路フィルタのインパルス応答を例示するグラフ
- 【図 7】実施形態に係る更新処理を示すフローチャート
- 【図 8】他の実施形態に係る更新処理を示すフローチャート
- 【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。なお、本明細書中において、各種符号に併記される「 \wedge 」（ハット）は、同定値又は推定値を示す。「 \wedge 」は、図中では各種符号の上に付されるが、本文中では各種符号の後に付される。

【0025】

<車両 3 >

図 1 は、実施形態に係る能動型騒音低減装置 1（以下、「騒音低減装置 1」と略称する）が適用された車両 3 を示す模式図である。車両 3 は、例えば、4 輪自動車である。

【0026】

車両 3 の車室 4 内には、複数の乗員シート 5、6 が配置されている。複数の乗員シート 5、6 は、第 1 乗員シート 5 と、第 2 乗員シート 6 と、を含んでいる。例えば、第 1 乗員シート 5 は、助手席であり、第 2 乗員シート 6 は、運転席である。他の実施形態では、助手席以外のシート（例えば、運転席や後部座席）を第 1 乗員シート 5 としても良いし、運転席以外のシート（例えば、助手席や後部座席）を第 2 乗員シート 6 としても良い。つまり、第 1 乗員シート 5 と第 2 乗員シート 6 の組み合わせは自由に決定することができる。

【0027】

各乗員シート 5、6（以下、単に「乗員シート 5、6」と称する）は、シートクッション 7 と、シートクッション 7 の後ろ上方に配置され、シートクッション 7 に対して回転するリクライニング部 8 と、を有する。リクライニング部 8 は、シートバック 9 と、シートバック 9 の上端に固定されるヘッドレスト 10 と、を有する。

【0028】

乗員シート 5、6 の前後位置、乗員シート 5、6 の高さ、及び乗員シート 5、6 のリクライニング部 8 の傾斜角度は、乗員によるシート位置操作部（図示せず）に対する操作に応じて、電動モータ（図示せず）によって調整されるようになっている。つまり、乗員シート 5、6 は、いわゆるパワーシートによって構成されている。

【0029】

<騒音低減装置 1 >

騒音低減装置 1 は、車両 3 の車室 4 内で発生する騒音 d を低減するための ANC 装置（Active Noise Control Device）である。より詳細には、騒音低減装置 1 は、騒音 d とは逆位相の打消音 y_1 、 y_2 を生成し、生成した打消音 y_1 、 y_2 を騒音 d と干渉させることで、騒音 d を低減する。

【0030】

例えば、騒音低減装置 1 の低減対象となる騒音 d は、路面からの力による車輪の振動に起因するロードノイズである。なお、騒音低減装置 1 の低減対象となる騒音 d は、上記のロードノイズ以外の騒音（例えば、内燃機関や電動モータ等の駆動源の振動に起因する駆動系騒音）であっても良い。

【0031】

騒音低減装置 1 は、騒音 d を打ち消すための打消音 y_1 、 y_2 を出力する複数のスピーカ 21、22 と、騒音 d 及び打消音 y_1 、 y_2 に基づいて誤差信号 e_1 、 e_2 を生成する複数のマイク 23、24 と、誤差信号 e_1 、 e_2 に基づいて複数のスピーカ 21、22 を制御する制御装置 25 と、を備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

< 複数のスピーカ 2 1、 2 2 >

複数のスピーカ 2 1、 2 2 は、打消音 y 1 を出力する第 1 スピーカ 2 1（打消音出力装置の一例）と、打消音 y 2 を出力する第 2 スピーカ 2 2（第 2 の打消音出力装置の一例）と、を含んでいる。第 2 スピーカ 2 2 は、第 1 スピーカ 2 1 とは別個に設けられている。

【 0 0 3 3 】

第 1 スピーカ 2 1 は、第 1 乗員シート 5 と対応する位置で、且つ、第 1 乗員シート 5 以外の部分に設けられている。例えば、第 1 スピーカ 2 1 は、第 1 乗員シート 5 の前方のフロアや第 1 乗員シート 5 の側方のドアに設けられている。他の実施形態では、第 1 スピーカ 2 1 は、第 1 乗員シート 5 に設けられていても良い。

10

【 0 0 3 4 】

第 2 スピーカ 2 2 は、第 2 乗員シート 6 と対応する位置で、且つ、第 2 乗員シート 6 以外の部分に設けられている。例えば、第 2 スピーカ 2 2 は、第 2 乗員シート 6 の前方のフロアや第 2 乗員シート 6 の側方のドアに設けられている。他の実施形態では、第 2 スピーカ 2 2 は、第 2 乗員シート 6 に設けられていても良い。

【 0 0 3 5 】

< 複数のマイク 2 3、 2 4 >

複数のマイク 2 3、 2 4 は、第 1 マイク 2 3（誤差マイクの一例）と、第 2 マイク 2 4（基準マイクの一例）と、を含んでいる。第 2 マイク 2 4 は、第 1 マイク 2 3 とは別個に設けられている。

20

【 0 0 3 6 】

第 1 マイク 2 3 は、第 1 乗員シート 5 の任意の箇所に設けられている。例えば、第 1 マイク 2 3 は、第 1 乗員シート 5 のリクライニング部 8 のヘッドレスト 1 0 に設けられている。他の実施形態では、第 1 マイク 2 3 は、第 1 乗員シート 5 と対応する位置で、且つ、第 1 乗員シート 5 以外の部分に設けられていても良い。

【 0 0 3 7 】

図 2 を参照して、第 1 マイク 2 3 は、打消音 y 1、打消音 y 2、及び騒音 d 1（第 1 マイク 2 3 の位置における騒音 d）に基づいて、誤差信号 e 1 を生成する。なお、他の実施形態では、第 1 マイク 2 3 は、打消音 y 1 及び騒音 d 1 のみに基づいて誤差信号 e 1 を生成しても良い。

30

【 0 0 3 8 】

図 1 を参照して、第 2 マイク 2 4 は、第 2 乗員シート 6 の任意の箇所に設けられている。例えば、第 2 マイク 2 4 は、第 2 乗員シート 6 のリクライニング部 8 のヘッドレスト 1 0 に設けられている。他の実施形態では、第 2 マイク 2 4 は、第 2 乗員シート 6 と対応する位置で、且つ、第 2 乗員シート 6 以外の部分に設けられていても良い。

【 0 0 3 9 】

図 2 を参照して、第 2 マイク 2 4 は、打消音 y 1、打消音 y 2、及び騒音 d 2（第 2 マイク 2 4 の位置における騒音 d）に基づいて、誤差信号 e 2（判定用信号の一例）を生成する。なお、他の実施形態では、第 2 マイク 2 4 は、打消音 y 2 及び騒音 d 2 のみに基づいて誤差信号 e 2 を生成しても良い。

40

【 0 0 4 0 】

なお、図 2 の C 1 は、第 1 スピーカ 2 1 から第 1 マイク 2 3 までの二次経路の伝達関数を示し、図 2 の H 1 は、騒音源から第 1 マイク 2 3 までの一次経路の伝達関数を示している。同様に、図 2 の C 2 は、第 2 スピーカ 2 2 から第 2 マイク 2 4 までの二次経路の伝達関数を示し、図 2 の H 2 は、騒音源から第 2 マイク 2 4 までの一次経路の伝達関数を示している。これらの伝達関数 C 1、H 1、C 2、H 2 は、車室 4 内の音場に対応している。

【 0 0 4 1 】

< 制御装置 2 5 >

制御装置 2 5 は、演算処理装置（CPU、MPU 等のプロセッサ）と、記憶装置（ROM、RAM 等のメモリ）と、を有するコンピュータによって構成されている。制御装置 2

50

5 は、1つのハードウェアとして構成されていてもよく、複数のハードウェアからなるユニットとして構成されていてもよい。

【0042】

制御装置25には、騒音dに対応する参照信号rが入力される。参照信号rは、例えば、騒音dから参照信号rを生成する参照マイク(図示せず)から制御装置25に入力される。他の実施形態では、参照信号rは、騒音dに応じた振動を検出する振動センサ(図示せず)から制御装置25に入力されても良いし、参照マイクや振動センサ以外の構成要素から制御装置25に入力されても良い。

【0043】

図2を参照して、制御装置25は、機能的な構成要素として、第1制御信号生成部31と、第1音場学習部32と、第2制御信号生成部33と、第2音場学習部34と、音場変化判定部35と、収束判定部36と、更新処理部37と、を有する。第1制御信号生成部31及び第1音場学習部32は、第1スピーカ21及び第1マイク23に対応している。第2制御信号生成部33及び第2音場学習部34は、第2スピーカ22及び第2マイク24に対応している。

10

【0044】

<第1制御信号生成部31>

制御装置25の第1制御信号生成部31は、第1制御フィルタ部41と、第1補助二次経路フィルタ部42と、第1制御更新部43と、を有する。

【0045】

第1制御フィルタ部41は、制御フィルタW1によって構成されている。制御フィルタW1は、FIRフィルタ(有限インパルス応答フィルタ)によって構成されている。他の実施形態では、制御フィルタW1は、SANフィルタ(単一周波数適応型ノッチフィルタ)等によって構成されていても良い。

20

【0046】

第1制御フィルタ部41は、制御フィルタW1によって参照信号rに対してフィルタ処理を施すことで、第1スピーカ21を制御するための制御信号u1を生成する。第1制御フィルタ部41は、生成した制御信号u1を第1スピーカ21及び第1音場学習部32に出力する。これに応じて、第1スピーカ21は、第1制御フィルタ部41から出力される制御信号u1に応じた打消音y1を発生させる。

30

【0047】

第1補助二次経路フィルタ部42は、補助二次経路フィルタC¹pによって構成されている。補助二次経路フィルタC¹pは、二次経路の伝達関数C1の推定値を示すフィルタである。補助二次経路フィルタC¹pは、FIRフィルタによって構成されている。他の実施形態では、補助二次経路フィルタC¹pは、SANフィルタ等によって構成されていても良い。

【0048】

第1補助二次経路フィルタ部42は、補助二次経路フィルタC¹pによって参照信号rに対してフィルタ処理を施すことで、参照信号rを補正する。第1補助二次経路フィルタ部42は、補正した参照信号rを第1制御更新部43に出力する。

40

【0049】

第1制御更新部43は、LMSアルゴリズム(Least Mean Square Algorithm)等の適応アルゴリズムを用いて、制御フィルタW1を適応的に更新する。より詳細には、第1制御更新部43は、第1マイク23から出力される誤差信号e1が最小になるように、制御フィルタW1を適応的に更新する。

【0050】

<第1音場学習部32>

制御装置25の第1音場学習部32は、第1打消音推定信号生成部51と、第1二次経路更新部52と、第1騒音推定信号生成部53と、第1一次経路更新部54と、第1打消音推定信号反転部55と、第1騒音推定信号反転部56と、第1仮想誤差信号生成部57

50

と、を有する。

【 0 0 5 1 】

第 1 打消音推定信号生成部 5 1 は、二次経路フィルタ C^1 によって構成されている。二次経路フィルタ C^1 は、補助二次経路フィルタ C^1_p と同様に、二次経路の伝達関数 C^1 の推定値を示すフィルタである。二次経路フィルタ C^1 は、例えば、FIR フィルタによって構成されている。他の実施形態では、二次経路フィルタ C^1 は、SAN フィルタ等によって構成されていても良い。

【 0 0 5 2 】

第 1 打消音推定信号生成部 5 1 は、二次経路フィルタ C^1 によって制御信号 u^1 に対してフィルタ処理を施すことで、打消音 y^1 の推定値を示す打消音推定信号 y^1 を生成する。第 1 打消音推定信号生成部 5 1 は、生成した打消音推定信号 y^1 を第 1 打消音推定信号反転部 5 5 に出力する。

10

【 0 0 5 3 】

第 1 二次経路更新部 5 2 は、LMS アルゴリズム等の適応アルゴリズムを用いて、二次経路フィルタ C^1 を適応的に更新する。より詳細には、第 1 二次経路更新部 5 2 は、第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 から出力される仮想誤差信号 e_v^1 (詳細は後述) が最小になるように、二次経路フィルタ C^1 を適応的に更新する。

【 0 0 5 4 】

第 1 騒音推定信号生成部 5 3 は、一次経路フィルタ H^1 によって構成されている。一次経路フィルタ H^1 は、一次経路の伝達関数 H^1 の推定値を示すフィルタである。一次経路フィルタ H^1 は、例えば、FIR フィルタによって構成されている。他の実施形態では、一次経路フィルタ H^1 は、SAN フィルタ等によって構成されていても良い。

20

【 0 0 5 5 】

第 1 騒音推定信号生成部 5 3 は、一次経路フィルタ H^1 によって参照信号 r に対してフィルタ処理を施すことで、騒音 d^1 の推定値を示す騒音推定信号 d^1 を生成する。第 1 騒音推定信号生成部 5 3 は、生成した騒音推定信号 d^1 を第 1 騒音推定信号反転部 5 6 に出力する。

【 0 0 5 6 】

第 1 一次経路更新部 5 4 は、LMS アルゴリズム等の適応アルゴリズムを用いて、一次経路フィルタ H^1 を適応的に更新する。より詳細には、第 1 一次経路更新部 5 4 は、第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 から出力される仮想誤差信号 e_v^1 (詳細は後述) が最小になるように、一次経路フィルタ H^1 を適応的に更新する。

30

【 0 0 5 7 】

第 1 打消音推定信号反転部 5 5 は、第 1 打消音推定信号生成部 5 1 から出力される打消音推定信号 y^1 の極性を反転させる。第 1 打消音推定信号反転部 5 5 は、極性を反転させた打消音推定信号 y^1 を第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 に出力する。

【 0 0 5 8 】

第 1 騒音推定信号反転部 5 6 は、第 1 騒音推定信号生成部 5 3 から出力される騒音推定信号 d^1 の極性を反転させる。第 1 騒音推定信号反転部 5 6 は、極性を反転させた騒音推定信号 d^1 を第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 に出力する。

40

【 0 0 5 9 】

第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 は、第 1 マイク 2 3 から出力される誤差信号 e^1 と、第 1 打消音推定信号反転部 5 5 を通過した打消音推定信号 y^1 と、第 1 騒音推定信号反転部 5 6 を通過した騒音推定信号 d^1 と、を足し合わせることで、仮想誤差信号 e_v^1 を生成する。第 1 仮想誤差信号生成部 5 7 は、生成した仮想誤差信号 e_v^1 を第 1 二次経路更新部 5 2 及び第 1 一次経路更新部 5 4 に出力する。

【 0 0 6 0 】

< 第 2 制御信号生成部 3 3 >

制御装置 2 5 の第 2 制御信号生成部 3 3 は、第 1 制御信号生成部 3 1 とは別個に設けられている。第 2 制御信号生成部 3 3 は、第 2 制御フィルタ部 6 1 と、第 2 補助二次経路フ

50

フィルタ部 6 2 と、第 2 制御更新部 6 3 と、を有する。

【 0 0 6 1 】

第 2 制御フィルタ部 6 1 は、制御フィルタ W_2 (第 2 の制御フィルタの一例) によって参照信号 r に対してフィルタ処理を施すことで、第 2 スピーカ 2 2 を制御するための制御信号 u_2 (第 2 の制御信号の一例) を生成する。第 2 補助二次経路フィルタ部 6 2 は、二次経路の伝達関数 C_2 の推定値を示す補助二次経路フィルタ C_2^p によって構成されている。第 2 補助二次経路フィルタ部 6 2 は、補助二次経路フィルタ C_2^p によって参照信号 r を補正し、補正した参照信号 r を第 2 制御更新部 6 3 に出力する。第 2 制御更新部 6 3 は、第 2 マイク 2 4 から出力される誤差信号 e_2 が最小になるように、制御フィルタ W_2 を適応的に更新する。

10

【 0 0 6 2 】

< 第 2 音場学習部 3 4 >

制御装置 2 5 の第 2 音場学習部 3 4 は、第 1 音場学習部 3 2 とは別個に設けられている。第 2 音場学習部 3 4 は、第 2 打消音推定信号生成部 7 1 と、第 2 二次経路更新部 7 2 と、第 2 騒音推定信号生成部 7 3 と、第 2 一次経路更新部 7 4 と、第 2 打消音推定信号反転部 7 5 と、第 2 騒音推定信号反転部 7 6 と、第 2 仮想誤差信号生成部 7 7 と、を有する。

【 0 0 6 3 】

第 2 打消音推定信号生成部 7 1 は、二次経路の伝達関数 C_2 の推定値を示す二次経路フィルタ C_2 (第 2 の二次経路フィルタの一例) によって構成されている。第 2 打消音推定信号生成部 7 1 は、二次経路フィルタ C_2 によって制御信号 u_2 に対してフィルタ処理を施すことで、打消音 y_2 の推定値を示す打消音推定信号 y_2^d を生成する。第 2 二次経路更新部 7 2 は、仮想誤差信号 e_v_2 (詳細は後述) が最小になるように、二次経路フィルタ C_2 を適応的に更新する。

20

【 0 0 6 4 】

第 2 騒音推定信号生成部 7 3 は、一次経路の伝達関数 H_2 の推定値を示す一次経路フィルタ H_2 によって構成されている。第 2 騒音推定信号生成部 7 3 は、一次経路フィルタ H_2 によって参照信号 r に対してフィルタ処理を施すことで、騒音 d_2 の推定値を示す騒音推定信号 d_2^d を生成する。第 2 一次経路更新部 7 4 は、仮想誤差信号 e_v_2 (詳細は後述) が最小になるように、一次経路フィルタ H_2 を適応的に更新する。

【 0 0 6 5 】

第 2 打消音推定信号反転部 7 5 は、打消音推定信号 y_2^d の極性を反転させる。第 2 騒音推定信号反転部 7 6 は、騒音推定信号 d_2^d の極性を反転させる。第 2 仮想誤差信号生成部 7 7 は、第 2 マイク 2 4 から出力される誤差信号 e_2 と、第 2 打消音推定信号反転部 7 5 を通過した打消音推定信号 y_2^d と、第 2 騒音推定信号反転部 7 6 を通過した騒音推定信号 d_2^d と、を足し合わせることで、仮想誤差信号 e_v_2 を生成する。

30

【 0 0 6 6 】

< 音場変化判定部 3 5 >

制御装置 2 5 の音場変化判定部 3 5 は、誤差信号 e_1 及び誤差信号 e_2 に基づいて、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定する。なお、音場変化判定部 3 5 による判定の方法については、後述する。

40

【 0 0 6 7 】

< 収束判定部 3 6 >

制御装置 2 5 の収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C_1 に基づいて、二次経路フィルタ C_1 の適応的な更新に伴う変動が収束したか否かを判定する。なお、収束判定部 3 6 による判定の方法については、後述する。

【 0 0 6 8 】

< 更新処理部 3 7 >

制御装置 2 5 の更新処理部 3 7 は、音場変化判定部 3 5 及び収束判定部 3 6 の判定結果に基づいて、フィルタの適応的な更新の順序及びタイミングを決定する。なお、更新処理部 3 7 による決定の方法については、後述する。

50

【 0 0 6 9 】

< 音場変化判定処理 >

次に、音場変化判定部 3 5 による音場変化判定処理について説明する。音場変化判定処理は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定するための処理である。

【 0 0 7 0 】

図 3 を参照して、音場変化判定処理が開始されると、音場変化判定部 3 5 は、第 1 マイク 2 3 から誤差信号 e_1 を取得すると共に、第 2 マイク 2 4 から誤差信号 e_2 を取得する (ステップ S T 1)。

【 0 0 7 1 】

次に、音場変化判定部 3 5 は、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 と誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 とを算出する (ステップ S T 2)。例えば、音場変化判定部 3 5 は、一定時間内の誤差信号 e_1 の二乗和を誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 としても良いし、一定時間内の誤差信号 e_1 の絶対値の和を誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 としても良い。誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 についても同様である。

10

【 0 0 7 2 】

次に、音場変化判定部 3 5 は、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 と誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 の差の絶対値が第 1 基準値 R_1 以上であるか否かを判定する (ステップ S T 3)。誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 と誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 の差の絶対値が第 1 基準値 R_1 未満である場合 (ステップ S T 3 : N o)、音場変化判定部 3 5 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化していないと判定する (ステップ S T 4)。

20

【 0 0 7 3 】

誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 と誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 の差の絶対値が第 1 基準値 R_1 以上である場合 (ステップ S T 3 : Y e s)、音場変化判定部 3 5 は、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 の時間変化量 ΔL_1 (例えば、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 の今回値と誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 の前回値の差) が第 2 基準値 R_2 以上であるか否かを判定する (ステップ S T 5)。誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 の時間変化量 ΔL_1 が第 2 基準値 R_2 未満である場合 (ステップ S T 5 : N o)、音場変化判定部 3 5 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化していないと判定する (ステップ S T 4)。

【 0 0 7 4 】

誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 の時間変化量 ΔL_1 が第 2 基準値 R_2 以上である場合 (ステップ S T 5 : Y e s)、音場変化判定部 3 5 は、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 が第 3 基準値 R_3 以上であるか否かを判定する (ステップ S T 6)。誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 が第 3 基準値 R_3 未満である場合 (ステップ S T 6 : N o)、音場変化判定部 3 5 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化していないと判定する (ステップ S T 4)。誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 が第 3 基準値 R_3 以上である場合 (ステップ S T 6 : Y e s)、音場変化判定部 3 5 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したと判定する (ステップ S T 7)。

30

【 0 0 7 5 】

図 1 に二点鎖線で示されるように、第 1 乗員シート 5 のリクライニング部 8 が倒されると、第 1 乗員シート 5 のリクライニング部 8 に設けられた第 1 マイク 2 3 の位置が変化する。これに応じて、二次経路の伝達関数 C_1 が変化し、二次経路の伝達関数 C_1 と二次経路フィルタ $C^{\wedge} 1$ との差分が一時的に大きくなる。そのため、騒音低減装置 1 による制御効果が一時的に低下し、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 が増加する。

40

【 0 0 7 6 】

図 4 を参照して、例えば、時刻 t_1 において第 1 乗員シート 5 のリクライニング部 8 が倒されると、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 が誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 に対して大きく増加する。これに伴って、上記のステップ S T 3、ステップ S T 5、ステップ S T 6 の判定がすべて Y e s になる。そのため、音場変化判定部 3 5 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したと判定することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、音場変化判定部 3 5 は、上述の音場変化判定処理と同様の処理によって、誤差信

50

号 e_1 及び誤差信号 e_2 に基づいて、二次経路の伝達関数 C_2 が変化したか否かを判定することができる。例えば、音場変化判定部 35 は、誤差信号 e_1 の信号レベル L_1 と誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 の差の絶対値が第 1 基準値 R_1 以上であり、且つ、誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 の時間変化量 L_2 が第 2 基準値 R_2 以上であり、且つ、誤差信号 e_2 の信号レベル L_2 が第 3 基準値 R_3 以上である場合に、二次経路の伝達関数 C_2 が変化したと判定する。音場変化判定部 35 は、それ以外の場合には、二次経路の伝達関数 C_2 が変化していないと判定する。

【0078】

<収束判定処理>

次に、収束判定部 36 による収束判定処理について説明する。収束判定処理は、二次経路フィルタ C^1 の適応的な更新に伴う変動（以下、「二次経路フィルタ C^1 の変動」と略称する）が収束したか否かを判定するための処理である。

【0079】

図 5、図 6 を参照して、収束判定処理が開始されると、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A 及び位相 P を取得する（ステップ $ST11$ ）。例えば、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 のインパルス応答の振幅の最大値を二次経路フィルタ C^1 の振幅 A として取得する。また、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 のインパルス応答の振幅の最大値に対応する遅延サンプル番号 S_d を二次経路フィルタ C^1 の位相 P として取得する。なお、遅延サンプル番号 S_d にサンプリング時間 T_s を乗じることによって、遅延時間 T （第 1 スピーカ 21 が打消音 y_1 を出力した時刻 T_0 から二次経路フィルタ C^1 のインパルス応答の振幅が最大値になる時刻 T_{max} までの時間）が算出される。つまり、収束判定部 36 は、遅延時間 T と対応する遅延サンプル番号 S_d を、二次経路フィルタ C^1 の位相 P として利用する。

【0080】

次に、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A （例えば、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の今回値と二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の前回値の差）を算出する。更に、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の位相 P の変化量 P （例えば、二次経路フィルタ C^1 の位相 P の今回値と二次経路フィルタ C^1 の位相 P の前回値の差）を算出する（ステップ $ST12$ ）。

【0081】

次に、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A が振幅閾値 A_T 未満であるか否かを判定する（ステップ $ST13$ ）。二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A が振幅閾値 A_T 以上である場合（ステップ $ST13$: No）、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束していないと判定する（ステップ $ST14$ ）。

【0082】

二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A が振幅閾値 A_T 未満である場合（ステップ $ST13$: Yes）、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の位相 P の変化量 P が位相閾値 P_T 未満であるか否かを判定する（ステップ $ST15$ ）。二次経路フィルタ C^1 の位相 P の変化量 P が位相閾値 P_T 以上である場合（ステップ $ST15$: No）、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束していないと判定する（ステップ $ST14$ ）。二次経路フィルタ C^1 の位相 P の変化量 P が位相閾値 P_T 未満である場合（ステップ $ST15$: Yes）、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したと判定する（ステップ $ST16$ ）。

【0083】

以上のように、収束判定部 36 は、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A と位相 P の変化量 P の両方に基づいて収束判定処理を実行する。これにより、二次経路フィルタ C^1 の振幅 A の変化量 A と位相 P の変化量 P の一方のみに基づいて収束判定処理を実行する場合と比較して、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したか否かを正確に判定することができる。

【0084】

10

20

30

40

50

<更新処理>

次に、制御装置 25 による更新処理について説明する。更新処理は、制御フィルタ W_1 、二次経路フィルタ C^1 、一次経路フィルタ H^1 、及び補助二次経路フィルタ C^1_p を更新するための処理である。

【0085】

図 7 を参照して、更新処理が開始されると、音場変化判定部 35 は、上述の音場変化判定処理を実行する。即ち、音場変化判定部 35 は、誤差信号 e_1 及び誤差信号 e_2 に基づいて、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定する（ステップ ST_{21} ）。

【0086】

二次経路の伝達関数 C_1 が変化した場合（ステップ ST_{21} : Yes）、更新処理部 37 は、二次経路フィルタ C^1 の状態を更新必要状態に設定し（ステップ ST_{22} ）、ステップ ST_{23} に移行する。二次経路の伝達関数 C_1 が変化していない場合（ステップ ST_{21} : No）、更新処理部 37 は、ステップ ST_{22} の処理を実行することなく、ステップ ST_{23} に移行する。

10

【0087】

次に、更新処理部 37 は、更新処理の実行回数 C_{nt} （初期値 = 0）を $C_{nt} + 1$ に更新し（ステップ ST_{23} ）、実行回数 C_{nt} が奇数であるか否かを判定する（ステップ ST_{24} ）。

【0088】

実行回数 C_{nt} が偶数である場合（ステップ ST_{24} : No）、第 1 制御更新部 43 は、制御フィルタ W_1 を適応的に更新する（ステップ ST_{25} ）。次に、第 1 制御フィルタ部 41 は、適応的に更新された制御フィルタ W_1 によって制御信号 u_1 を生成し、生成した制御信号 u_1 を第 1 スピーカ 21 に出力する。これに応じて、第 1 スピーカ 21 が打消音 y_1 を出力する（ステップ ST_{26} ）。

20

【0089】

実行回数 C_{nt} が奇数である場合（ステップ ST_{24} : Yes）、更新処理部 37 は、二次経路フィルタ C^1 の状態が更新必要状態に設定されているか否かを判定する（ステップ ST_{27} ）。二次経路フィルタ C^1 の状態が更新必要状態に設定されていない場合（ステップ ST_{27} : No）、実行回数 C_{nt} が偶数である場合（ステップ ST_{24} : No）と同様に、ステップ ST_{25} 、ステップ ST_{26} の処理が実行される。

30

【0090】

二次経路フィルタ C^1 の状態が更新必要状態に設定されている場合（ステップ ST_{27} : Yes）、第 1 二次経路更新部 52 は、二次経路フィルタ C^1 を適応的に更新し、第 1 一次経路更新部 54 は、一次経路フィルタ H^1 を適応的に更新する（ステップ ST_{28} ）。

【0091】

次に、収束判定部 36 は、上述の収束判定処理を実行することで、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したか否かを判定する（ステップ ST_{29} ）。

【0092】

二次経路フィルタ C^1 の変動が収束した場合（ステップ ST_{29} : Yes）、更新処理部 37 は、二次経路フィルタ C^1 の値を補助二次経路フィルタ C^1_p にコピーすることで、二次経路フィルタ C^1 の値によって補助二次経路フィルタ C^1_p を更新する（ステップ ST_{30} ）。

40

【0093】

次に、第 1 制御フィルタ部 41 は、一時的に固定された制御フィルタ W_1 （前回の更新処理で適応的に更新された制御フィルタ W_1 ）によって制御信号 u_1 を生成し、生成した制御信号 u_1 を第 1 スピーカ 21 に出力する。これに応じて、第 1 スピーカ 21 が打消音 y_1 を出力する（ステップ ST_{31} ）。

【0094】

二次経路フィルタ C^1 の変動が収束していない場合（ステップ ST_{29} : No）、更

50

新処理部 37 は、二次経路フィルタ C^1 の値によって補助二次経路フィルタ C^1_p を更新することなく、実行回数 Cnt を $Cnt + 1$ に更新する（ステップ ST 32）。次に、上述のステップ ST 31 が実行されることで、第 1 制御フィルタ部 41 が制御信号 u_1 を第 1 スピーカ 21 に出力し、第 1 スピーカ 21 が打消音 y_1 を出力する。

【0095】

ステップ ST 26 とステップ ST 31 のどちらかが終了すると、更新処理が終了し、所定時間後に次の更新処理（新たな更新処理）が実行される。但し、実行回数 Cnt の値は、更新処理が終了してもそのまま保持され、次の更新処理に用いられる。

【0096】

なお、今回の更新処理において二次経路フィルタ C^1 の変動が収束していない場合（ステップ ST 29 : No）、次の更新処理において更新処理部 37 が二次経路フィルタ C^1 の状態を更新必要状態に設定することになる（ステップ ST 22）。また、今回の更新処理において二次経路フィルタ C^1 の変動が収束していない場合（ステップ ST 29 : No）、今回の更新処理のステップ ST 32 と次の更新処理のステップ ST 23 において実行回数 Cnt が 2 回更新されることで、次の更新処理のステップ ST 24 が Yes になる。その結果、次の更新処理において、今回の更新処理と同様に、二次経路フィルタ C^1 が適応的に更新され（ステップ ST 28）、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したか否かが判定される（ステップ ST 29）。このように、本実施形態では、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束するまで、制御フィルタ W_1 が適応的に更新されることなく、二次経路フィルタ C^1 の適応的な更新と、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したか否かの判定と、が繰り返される。

【0097】

制御装置 25 は、上記の更新処理を所定時間ごとに繰り返し実行する。更新処理において、制御装置 25 は、二次経路フィルタ C^1 の変動が収束したか否かを判定する（ステップ ST 29）。二次経路フィルタ C^1 の変動が収束した場合（ステップ ST 29 : Yes）、制御装置 25 は、二次経路フィルタ C^1 の適応的な更新を停止する。次の更新処理において、制御装置 25 は、二次経路フィルタ C^1 の適応的な更新が停止している状態で、誤差信号 e_1 及び誤差信号 e_2 に基づいて二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定する（ステップ ST 21）。二次経路の伝達関数 C_1 が変化した場合（ステップ ST 21 : Yes）、制御装置 25 は、二次経路フィルタ C^1 の適応的な更新を再開する（ステップ ST 22、ステップ ST 27、ステップ ST 28）。

【0098】

<効果>

制御装置 25 は、外部情報（例えば、第 1 乗員シート 5 の位置に関する情報）に基づいて二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定することも考えられる。しかし、このような判定方法を採用すると、外部情報を受信できない場合に、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定することができなくなる。二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定することができない場合、制御装置 25 は、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かに関わらず、常に二次経路フィルタ C^1 を適応的に更新することも考えられる。しかし、このような更新方法を採用すると、制御装置 25 の計算負荷が大きくなる。そのため、このような大きな計算負荷に耐えうる高価なプロセッサによって制御装置 25 を構成することが必要となり、騒音低減装置 1 の製造コストの上昇につながる恐れがある。

【0099】

そこで、制御装置 25 は、誤差信号 e_1 及び誤差信号 e_2 に基づいて、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定している。これにより、外部情報を受信できない場合であっても、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定することができる。また、二次経路の伝達関数 C_1 が変化したか否かを判定することで、二次経路の伝達関数 C_1 が変化した場合にのみ二次経路フィルタ C^1 を適応的に更新することができる。そのため、二次経路フィルタ C^1 を常に適応的に更新する場合と比較して、制御装置 25 の計算負荷を低減することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

制御装置 2 5 は、誤差信号 e 1 のみに基づいて（例えば、誤差信号 e 1 の大きさのみに基づいて）、二次経路の伝達関数 C 1 が変化したか否かを判定することも考えられる。しかし、このような判定方法を採用すると、二次経路の伝達関数 C 2 が変化した場合に、二次経路の伝達関数 C 1 が変化したと誤判定する恐れがある。

【 0 1 0 1 】

そこで、制御装置 2 5 は、誤差信号 e 1 及び誤差信号 e 2 に基づいて、二次経路の伝達関数 C 1 が変化したか否かを判定している。これにより、二次経路の伝達関数 C 2 ではなく、二次経路の伝達関数 C 1 が変化したことを正確に判定することができる。

【 0 1 0 2 】

< 変形例 >

上記実施形態では、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の変化量 A と位相 P の変化量 P の両方に基づいて、収束判定処理を実行している。他の実施形態では、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の変化量 A と位相 P の変化量 P のいずれか一方のみに基づいて、収束判定処理を実行しても良い。

【 0 1 0 3 】

上記実施形態では、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 のインパルス応答の振幅の最大値を二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A として取得している（ステップ S T 1 1 ）。他の実施形態では、収束判定部 3 6 は、下記（ 1 ）式によって二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A を算出しても良い。但し、下記（ 1 ）式の L は、二次経路フィルタ C ^ 1 の係数の総数を示し、下記（ 1 ）式の n は、二次経路フィルタ C ^ 1 の係数の番号を示している。

【数 1】

$$A(t) = \sum_{n=1}^L |\hat{C}1(t)_n| \dots (1)$$

上記（ 1 ）式を用いることで、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A をより正確に算出することができる。

【 0 1 0 4 】

上記実施形態では、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の変化量 A が振幅閾値 A T 未満であるか否かを判定している（ステップ S T 1 3 ）。他の実施形態では、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の変化量 A が振幅閾値 A T 未満である状態が所定時間連続したか否かを判定しても良い。または、収束判定部 3 6 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の前回値に対する二次経路フィルタ C ^ 1 の振幅 A の今回値の比率が所定値以下になったか否かを判定しても良い。二次経路フィルタ C ^ 1 の位相 P の変化量 P の判定についても同様である。

【 0 1 0 5 】

上記実施形態では、更新処理部 3 7 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の適応的な更新に合わせて、二次経路フィルタ C ^ 1 の値を補助二次経路フィルタ C ^ 1 p にコピーしている（ステップ S T 2 8 ~ S T 3 0 ）。他の実施形態では、更新処理部 3 7 は、二次経路フィルタ C ^ 1 の適応的な更新とは異なるタイミング（例えば、制御フィルタ W 1 の適応的な更新のタイミング）で、二次経路フィルタ C ^ 1 の値を補助二次経路フィルタ C ^ 1 p にコピーしても良い。

【 0 1 0 6 】

図 7 を参照して、上記第 1 実施形態では、二次経路フィルタ C ^ 1 の変動が収束していない場合（ステップ S T 2 9 : N o ）、更新処理部 3 7 が実行回数 C n t を C n t + 1 に更新した後に、第 1 スピーカ 2 1 が打消音 y 1 を出力している（ステップ S T 3 1、S T 3 2 ）。図 8 を参照して、他の実施形態では、二次経路フィルタ C ^ 1 の変動が収束して

10

20

30

40

50

いない場合（ステップ S T 2 9 : N o）、更新処理部 3 7 が実行回数 C n t を C n t + 1 に更新せずに、第 1 スピーカ 2 1 が打消音 y 1 を出力しても良い（ステップ S T 3 1）。つまり、他の実施形態では、ステップ S T 3 2 の処理が省略されても良い。これにより、次の更新処理において、ステップ S T 2 4 が N o になり、制御フィルタ W 1 が適応的に更新されることになる（ステップ S T 2 5）。そのため、二次経路の伝達関数 C 1 が変化した場合に、制御フィルタ W 1 の適応的な更新（ステップ S T 2 5）と二次経路フィルタ C ^ 1 の適応的な更新（ステップ S T 2 8）が交互に実行されることになる。

【 0 1 0 7 】

上記実施形態では、判定用信号を生成するための基準マイクとして、第 2 マイク 2 4 が使用されている。他の実施形態では、判定用信号を生成するための専用の基準マイクが設けられていても良い。この場合、基準マイクは、打消音 y 1 及び騒音 d のみに基づいて判定用信号を生成しても良い。つまり、基準マイクは、少なくとも騒音 d に基づいて判定用信号を生成すれば良い。

10

【 0 1 0 8 】

上記実施形態では、制御装置 2 5 は、制御フィルタ W 1、二次経路フィルタ C ^ 1、及び一次経路フィルタ H ^ 1 を適応的に更新するために、更新処理を実行している。他の実施形態では、制御装置 2 5 は、制御フィルタ W 2、二次経路フィルタ C ^ 2、及び一次経路フィルタ H ^ 2 を適応的に更新するために、更新処理を実行しても良い。この場合、第 2 マイク 2 4 が誤差マイクとして用いられ、第 1 マイク 2 3 が基準マイクとして用いられると良い。

20

【 0 1 0 9 】

上記実施形態では、騒音低減装置 1 を車両 3 の車室 4 に適用している。他の実施形態では、騒音低減装置 1 を車両 3 以外の移動体（例えば、船舶や航空機）の内部空間に適用しても良いし、騒音低減装置 1 を固定物（例えば、家屋）の内部空間に適用しても良い。

【 0 1 1 0 】

以上で具体的な実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態や変形例に限定されることがなく、幅広く変形実施することができる。

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

- 1 : 能動型騒音低減装置
- 2 1 : 第 1 スピーカ（打消音出力装置の一例）
- 2 2 : 第 2 スピーカ（第 2 の打消音出力装置の一例）
- 2 3 : 第 1 マイク（誤差マイクの一例）
- 2 4 : 第 2 マイク（基準マイクの一例）
- 2 5 : 制御装置
- C ^ 1 : 二次経路フィルタ
- C ^ 2 : 二次経路フィルタ（第 2 の二次経路フィルタの一例）
- W 1 : 制御フィルタ
- W 2 : 制御フィルタ（第 2 の制御フィルタの一例）
- e 1 : 誤差信号
- e 2 : 誤差信号（判定用信号の一例）
- u 1 : 制御信号
- u 2 : 制御信号（第 2 の制御信号の一例）

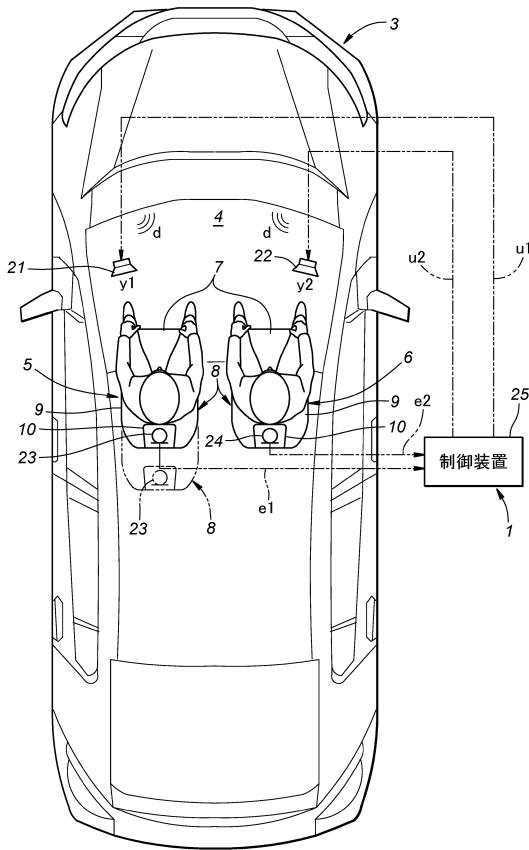
30

40

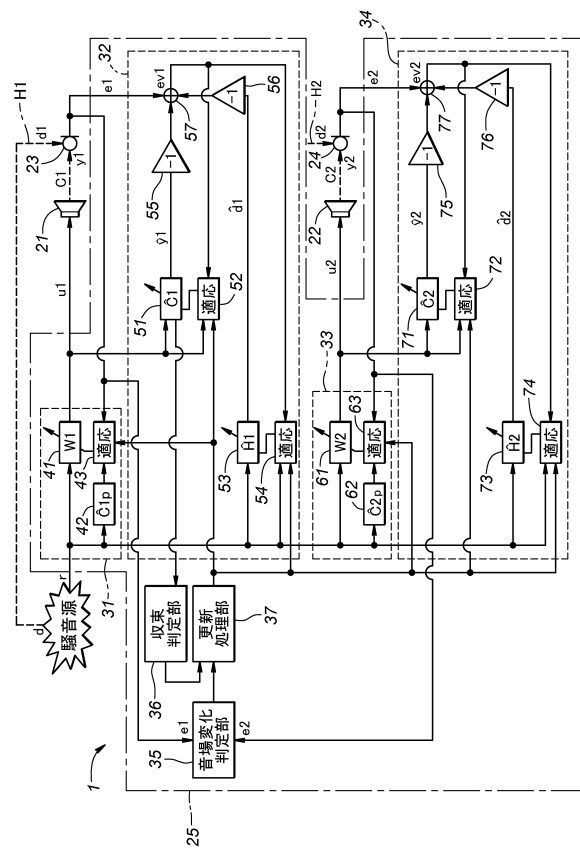
50

【図面】

【図 1】



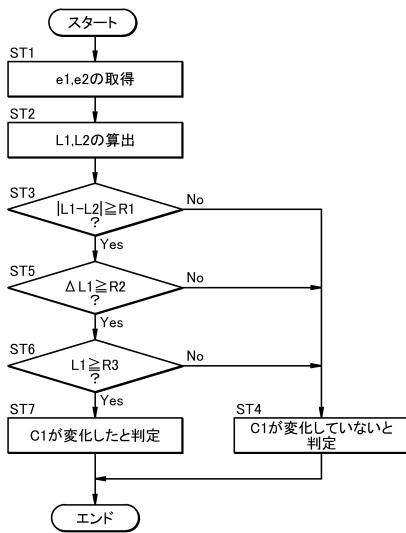
【図 2】



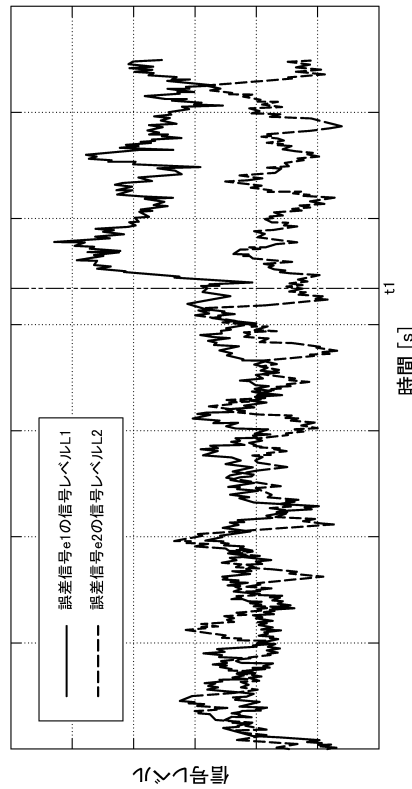
10

20

【図 3】



【図 4】

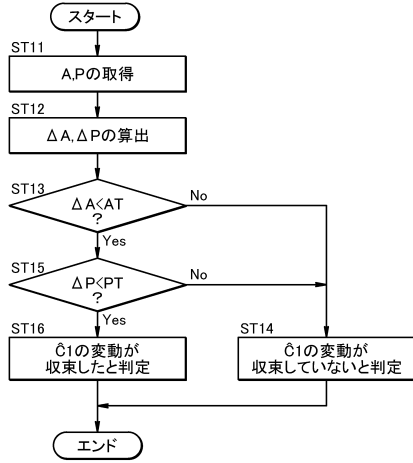


30

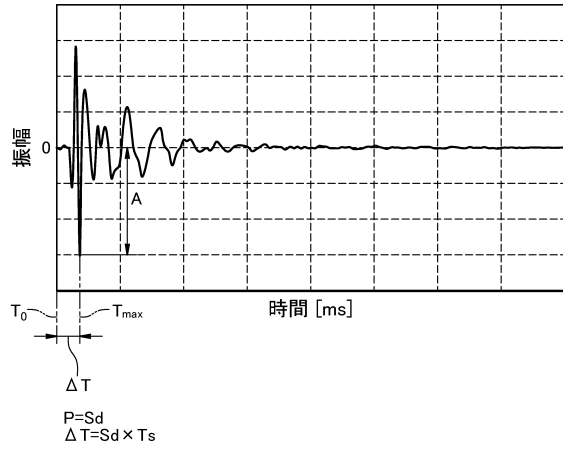
40

50

【 図 5 】

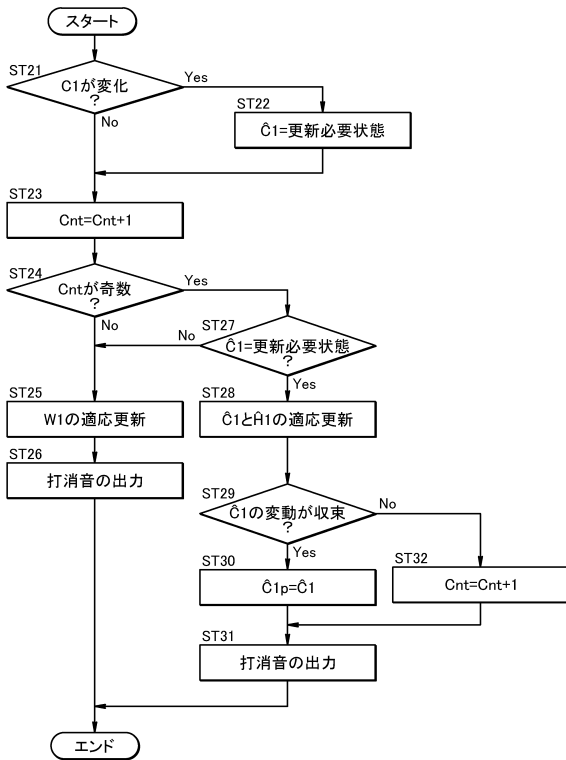


【 図 6 】

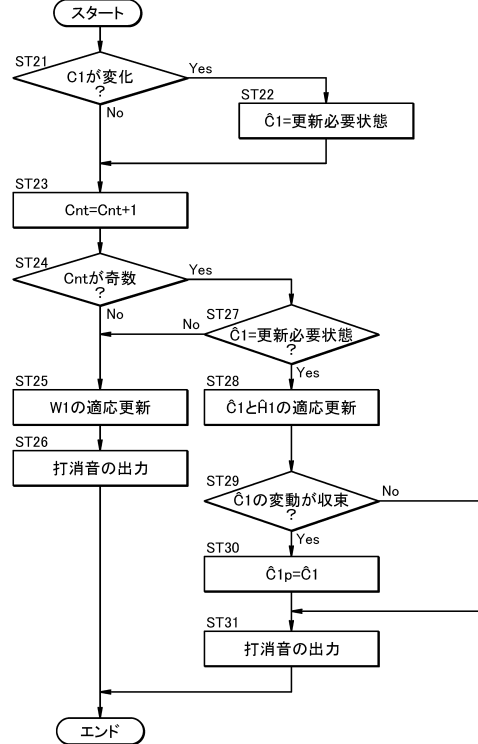


10

【 図 7 】



【 図 8 】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-83189(JP,A)
特開2021-81503(JP,A)
特開2021-9362(JP,A)
特表2018-527625(JP,A)
特開2011-148401(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G10K 11/178