(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7439915号
(P7439915)

(45)発行日　令和6年2月28日(2024.2.28)

(24)登録日　令和6年2月19日(2024.2.19)

(51)国際特許分類

Ｇ１０Ｋ　11/178 (2006.01)		Ｇ１０Ｋ	11/178	１２０
Ｆ１６Ｆ　15/02　(2006.01)		Ｆ１６Ｆ	15/02	Ｂ

ＦＩ

請求項の数　5　（全11頁）

(21)出願番号　特願2022-516782(P2022-516782)
(86)(22)出願日　令和2年4月24日(2020.4.24)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/017605
(87)国際公開番号　WO2021/214962
(87)国際公開日　令和3年10月28日(2021.10.28)
審査請求日　令和4年9月21日(2022.9.21)

(73)特許権者　000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
(74)代理人　100121706
弁理士　中尾 直樹
(74)代理人　100128705
弁理士　中村 幸雄
(74)代理人　100147773
弁理士　義村 宗洋
(72)発明者　小林 和則
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内
(72)発明者　福井 勝宏
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　振動キャンセル方法、装置及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

座席に着席したユーザに伝達される、前記座席の外部から前記座席に到来する振動をキャンセルする振動キャンセル方法であって、

振動キャンセル部が、前記座席における、前記座席の外部の振動源に近い位置に配置された振動センサにより得られた参照信号と、前記座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された誤差振動センサにより得られる誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、前記ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、前記振動をキャンセルする振動キャンセルステップを含み、

前記誤差振動センサは、マイクロホンであり、

音キャンセル部が、前記座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された参照マイクロホンにより得られた参照信号と、前記誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、前記ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置の音をキャンセルする音キャンセルステップを更に含む、

振動キャンセル方法。

【請求項２】

請求項１の振動キャンセル方法であって、

前記振動センサ及び前記誤差振動センサのそれぞれは、複数のセンサである、

振動キャンセル方法。

【請求項３】
請求項１の振動キャンセル方法であって、
前記振動センサは、前記座席の足又は背中部分に配置されており、
前記誤差振動センサは、前記座席のヘッドレストの近くに配置される、
振動キャンセル方法。
【請求項４】
座席に着席したユーザに伝達される、前記座席の外部から前記座席に到来する振動をキャンセルする振動キャンセル装置であって、
前記座席における、前記座席の外部の振動源に近い位置に配置された振動センサにより得られた参照信号と、前記座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された誤差振動センサにより得られる誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、前記ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、前記振動をキャンセルする振動キャンセル部を含み、
前記誤差振動センサは、マイクロホンであり、
前記座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された参照マイクロホンにより得られた参照信号と、前記誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、前記ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置の音をキャンセルする音キャンセル部を更に含む、
振動キャンセル装置。
【請求項５】
請求項１から３の何れかの振動キャンセル方法の各処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、航空機や鉄道、船舶、車両の乗り物のシートや、建物内のベッドなどで発生する振動を、アクチュエータやエキサイターなどを用いて抑えるアクティブ振動キャンセリング技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
図８は、非特許文献１で開示された従来技術の構成である。空間の騒音を観測する用の参照マイクロホン１０２と、静かな空間にしたい位置の周辺に設置された誤差マイクロホン１０３があり、誤差マイクロホン１０３の位置で騒音をキャンセルする騒音と逆相の音を出力する二次音源である音キャンセル部１０４が設置される。
【０００３】
キャンセルフィルタ部１０８は、参照マイクロホン１０２で収音された信号$x_2(t)$をフィルタリングして、音キャンセル部１０４への入力信号$d_2'(t)$とする。推定２次経路フィルタ部１０５は、参照マイクロホン１０２で収音された信号$x_2(t)$をフィルタリングして、適応アルゴリズム部１０７に出力される参照信号$x_2'(t)$を生成する。適応アルゴリズム部１０１は、参照信号$x_2'(t)$と、誤差マイクロホン１０３で収音された誤差信号$e(t)$から、LMS、NLMS,射影アルゴリズム、RLSアルゴリズム等を用いて、キャンセルフィルタのフィルタ係数を逐次求める。求められたキャンセルフィルタ係数は、キャンセルフィルタ部１０８に設定される。
【先行技術文献】
【非特許文献】
【０００４】
【文献】西村正治、梶川嘉延、“６章 アクティブノイズコントロール”、［online］、電子情報通信学会、『知識の森』2群－6編－6章、［令和２年３月３１日検索］、インターネット＜URL：www.ieice-hbkb.org/files/02/02gun_06hen_06.pdf＞

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
背景技術に記載された手法により空気中を伝搬する騒音を軽減することはできるが、筐体を伝わってくる振動を軽減することはできない。航空機のシートなど、睡眠をするようなシートやベッドの場合、この振動が快眠の妨げとなる。
【０００６】
本発明の目的は、シートやベッドなどの座席の振動をキャンセルする振動キャンセル方法、装置及びプログラム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】
この発明の一態様による振動キャンセル方法は、座席に着席したユーザに伝達される、座席の外部から座席に到来する振動をキャンセルする振動キャンセル方法であって、振動キャンセル部が、座席における、座席の外部の振動源に近い位置に配置された振動センサにより得られた参照信号と、座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された誤差振動センサにより得られる誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、振動をキャンセルする振動キャンセルステップを有しており、誤差振動センサは、マイクロホンであり、音キャンセル部が、座席における、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置された参照マイクロホンにより得られた参照信号と、誤差信号と、に基づき得られたキャンセル信号を、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置から出力することで、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置の音をキャンセルする音キャンセルステップを更に含む。
【発明の効果】
【０００８】
シートやベッドなどの座席の振動をキャンセルすることができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】図１は、第一実施形態の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【図２】図２は、キャンセル方法の処理手続きの例を示す図である。
【図３】図３は、第二実施形態の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【図４】図４は、第三実施形態の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【図５】図５は、第四実施形態の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【図６】図6は、第五実施形態の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【図７】図７は、コンピュータの機能構成例を示す図である。
【図８】図８は、背景技術の振動キャンセル装置の機能構成の例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、図面中において同じ機能を有する構成部には同じ番号を付し、重複説明を省略する。
【００１１】
[第一実施形態]
図１は、第一実施形態の振動キャンセル装置の例の構成図である。第一実施形態の振動キャンセル装置は、振動センサ２、誤差振動センサ３、振動キャンセル部４、推定２次経路フィルタ部５、適応アルゴリズム部７、キャンセルフィルタ部８を例えば備えている。
【００１２】
背景技術に記載された構成では、参照信号の取得と誤差信号の取得にマイクロホンを用い、キャンセル信号の出力にスピーカを用いていた。これに対して、第一実施形態の振動キャンセル装置では、参照信号の取得に振動センサ２を用い、誤差信号の取得に誤差振動センサ３を用いる。振動センサ２及び誤差振動センサ３は、例えば振動ピックアップ又は

加速度センサである。また、キャンセル信号の出力に、例えば振動アクチュエータ又はエキサイターである振動キャンセル部４を用いる。

【００１３】

参照信号を取得する振動センサ２は、座席１のフレームに設置される。振動センサ２は、座席１の外装である布や革の表面又は裏面に設置されてもよい。振動センサ２は、振動源に近い位置に設置する方がよいため、座席１の外部の振動源に近い位置、例えば座席１の足や座席１の背中部分などに設置される。ここで、座席１とは、シートやベッドである。

【００１４】

誤差信号を取得する誤差振動センサ３は、振動センサ２と同様に、座席１のフレームに設置される。誤差振動センサ３は、座席１の外装である布や革の表面又は裏面に設置されてもよい。誤差振動センサ３は、ユーザの頭部に近い位置に設置する方がよいため、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置、例えば座席１のヘッドレスト１１の近くに設置される。

【００１５】

キャンセル振動を発生させる振動キャンセル部４は、振動センサ２と同様に、座席１のフレームに設置される。振動キャンセル部４は、座席１の外装である布や革の表面又は裏面に設置されてもよい。振動キャンセル部４は、ユーザの頭部に近い位置に設置する方がよいため、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置、例えば座席１のヘッドレスト１１の近くに設置される。

【００１６】

振動センサ２は、参照信号x(t)を取得する（ステップＳ１）。tは時刻を表すインデックスである。取得された参照信号x(t)は、推定２次経路フィルタ部５及びキャンセルフィルタ部８に出力される。

【００１７】

誤差振動センサ３は、誤差信号e(t)を取得する（ステップＳ２）。取得された誤差信号e(t)は、適応アルゴリズム部７に出力される。

【００１８】

推定２次経路フィルタ部５は、入力された参照信号x(t)をフィルタリングして、適応アルゴリズムの参照信号x’(t)を生成する（ステップＳ３）。生成された適応アルゴリズムの参照信号x’(t)は、適応アルゴリズム部７に出力される。

【００１９】

２次音源である振動キャンセル部４から誤差振動センサ３までの伝達経路を、２次経路とする。また、２次経路のフィルタ係数ベクトルを、$C=[c_0, c_1,\cdots, c_{N-1}]^T$とする。Nは、所定の正の整数である。また、参照信号x(t)のベクトルを、$X(t)=[x(t), x(t-1),\cdots, x(t-N+1)]^T$とする。また、適応アルゴリズムの参照信号x’(t)のベクトルを、$X'(t)=[x'(t), x'(t-1),\cdots, x'(t-N+1)]^T$とする。このとき、推定２次経路フィルタ部５は、例えば、$x'(t)=\hat{C}X(t)$を計算することにより、適応アルゴリズムの参照信号x’(t)を生成する。

【００２０】

適応アルゴリズム部７は、入力された適応アルゴリズムの参照信号x’(t)と、入力された誤差信号e(t)とから、LMS、NLMS,射影アルゴリズム、RLSアルゴリズム等の適応アルゴリズムを用いて、キャンセルフィルタのフィルタ係数h(t)を逐次求める（ステップＳ４）。適応アルゴリズムの詳細については、参考文献１を参照のこと。

【００２１】

〔非特許文献１〕中西功、“３章 適応信号処理”、［online］、電子情報通信学会、『知識の森』1群－9編－3章、［令和２年３月３１日検索］、インターネット＜URL：http://www.ieice-hbkb.org/files/01/01gun_09hen_03m.pdf＞

適応アルゴリズム部７は、例えば、誤差信号e(t)の２乗平均誤差が最小となるようにフィルタ係数を求める。求まったフィルタ係数h(t)は、キャンセルフィルタ部８に出力される。

【００２２】

フィルタ係数h(t)はベクトルであり、具体的には、$h(t)=[h_0(t), h_1(t),\cdots, h_{N-1}(t)]^T$である。フィルタ係数の更新をFiltered-x LMSアルゴリズムにより行う場合には、適応アルゴリズム部７は、例えば、$h(t)=h(t-1)+\mu e(t-1)x'(t-1)$により、フィルタ係数h(t)を求める。μは、ステップサイズパラメータと呼ばれる適応動作の収束速度と推定精度を調整するパラメータであり、$0<\mu<2$の所定の数である。この例のように、適応アルゴリズム部７は、例えば、１時刻前のh(t-1), e(t-1), x'(t-1)に基づいて、フィルタ係数h(t)を求める。

【００２３】

キャンセルフィルタ部８は、入力されたフィルタ係数h(t)を用いて、入力された参照信号x(t)をフィルタリングすることで、キャンセル信号d'(t)を生成する（ステップＳ５）。生成されたキャンセル信号d'(t)は、振動キャンセル部４に出力される。キャンセル信号は、２次音源駆動信号とも言える。

【００２４】

振動キャンセル部４は、入力されたキャンセル信号d'(t)に基づいて、キャンセル振動を発生させる（ステップＳ６）。

【００２５】

キャンセル振動により、座席１の頭部付近の振動が抑えることができる。

【００２６】

[第二実施形態]

第二実施形態の振動キャンセル装置は、図３に例示するように、誤差振動センサ３としてマイクロホンを用いる構成である。第二実施形態の他の部分は、第一実施形態と同様である。

【００２７】

より具体的には、第二実施形態では、マイクロホンである誤差振動センサ３は、座席１の頭部の周辺の空間や、シートに取り付けられる。これにより、座席１の振動から発生する空気の振動を最小化することができる。

【００２８】

[第三実施形態]

第三実施形態の振動キャンセル装置は、図４に例示するように、第一実施形態の振動キャンセル装置において、振動センサ２及び誤差信号センサ３を同一のセンサとしたものである。言い換えれば、第三実施形態においては、振動センサ２及び誤差信号センサ３は同一のセンサで共用される。これにより、振動ピックアップセンサの数を１つ減らすことができる。

【００２９】

以下、第一実施形態と異なる部分を中心に説明する。第一実施形態と同様の部分については説明を省略する。

【００３０】

図４の例では、振動キャンセル装置は単独の振動センサ２を備えていないが、後述するように誤差信号センサ３から取得される誤差信号e(t)に基づいて参照信号x(t)が得られる。このため、誤差振動センサ３は、振動センサ２と同一のセンサであるとも言える。

【００３１】

第三実施形態の振動キャンセル装置は、推定２次経路フィルタ部６及び減算部９を更に備えている。

【００３２】

キャンセルフィルタ部８で生成されたキャンセル信号d'(t)が、推定２次経路フィルタ部６に入力される。

【００３３】

推定２次経路フィルタ部６は、キャンセル信号d'(t)をフィルタリングして、フィルタリング後キャンセル信号を生成する。

【００３４】

フィルタリング後キャンセル信号は、減算部９に入力される。減算部９には、更に、誤差信号e(t)が入力される。

【００３５】

減算部９は、誤差信号e(t)からフィルタリング後キャンセル信号を減算した信号を参照信号x(t)とする。生成された参照信号x(t)は、推定２次経路フィルタ部５及びキャンセルフィルタ部８に出力される。

【００３６】

２次音源駆動信号であるキャンセル信号d’(t)に推定２次経路フィルタをフィルタリングした信号は誤差振動センサ３の位置でのキャンセル信号相当である。このため、これらの処理によりキャンセル前の誤差振動センサ３の振動を再現することができる。

【００３７】

[第四実施形態]

第四実施形態の振動キャンセル装置は、図５に例示するように、第三実施形態の振動キャンセル装置において、誤差振動センサ３としてマイクロホンを用いる構成である。第四実施形態の他の部分は、第三実施形態と同様である。

【００３８】

より具体的には、第四実施形態では、マイクロホンである誤差振動センサ３は、座席１の頭部の周辺の空間や、シートに取り付けられる。これにより、座席１の振動から発生する空気の振動を最小化することができる。

【００３９】

[第五実施形態]

第五実施形態の振動キャンセル装置は、第二実施形態又は第四実施形態の振動キャンセル装置に背景技術の騒音キャンセリングを組み合わせた構成である。第五実施形態の他の部分は、第二実施形態又は第四実施形態と同様である。

【００４０】

図６に、第五実施形態の振動キャンセル装置の一例として、第四実施形態の振動キャンセル装置に背景技術の騒音キャンセリングを組み合わせた構成を示す。

【００４１】

振動センサ２、誤差振動センサ３、振動キャンセル部４、推定２次経路フィルタ部５、推定２次経路フィルタ部６、適応アルゴリズム部７、キャンセルフィルタ部８、減算部９の処理は、第四実施形態と同様であるため説明を省略する。以下、参照マイクロホン１０２、音キャンセル部１０４、推定２次経路フィルタ部１０５、適応アルゴリズム部１０７、キャンセルフィルタ部１０８の処理について説明する。

【００４２】

参照マイクロホン１０２、音キャンセル部１０４、推定２次経路フィルタ部１０５、適応アルゴリズム部１０７、キャンセルフィルタ部１０８の処理は、x(t)がx_2(t)であり、x’(t)がx_2’(t)であり、h(t)がh_2(t)である点を除いては、振動センサ２、振動キャンセル部４、推定２次経路フィルタ部５、適応アルゴリズム部７、キャンセルフィルタ部８の処理と同様である。

【００４３】

参照マイクロホン１０２は、ユーザが着席したときに頭部が置かれる位置に近い位置に配置される。参照マイクロホン１０２は、参照信号x_2(t)を取得する（ステップＳ１０１）。取得された参照信号x_2(t)は、推定２次経路フィルタ部１０５及びキャンセルフィルタ部１０８に出力される。

【００４４】

誤差振動センサ３で取得された誤差信号e(t)は、適応アルゴリズム部７及び減算部９だけではなく、適応アルゴリズム部１０７に更に出力される。

【００４５】

推定２次経路フィルタ部１０５は、入力された参照信号x_2(t)をフィルタリングして、適応アルゴリズムの参照信号x_2’(t)を生成する（ステップＳ１０３）。生成された適応アル

ゴリズムの参照信号x_2’(t)は、適応アルゴリズム部１０７に出力される。
【００４６】
適応アルゴリズム部１０７は、入力された適応アルゴリズムの参照信号x_2’(t)と、入力された誤差信号e(t)とから、LMS、NLMS,射影アルゴリズム、RLSアルゴリズム等の適応アルゴリズムを用いて、キャンセルフィルタのフィルタ係数h_2(t)を逐次求める（ステップＳ１０４）。求まったフィルタ係数h_2(t)は、キャンセルフィルタ部１０８に出力される。
【００４７】
キャンセルフィルタ部１０８は、入力されたフィルタ係数h_2(t)を用いて、入力された参照信号x_2(t)をフィルタリングすることで、キャンセル信号d_2’(t)を生成する（ステップＳ１０５）。生成されたキャンセル信号d_2’(t)は、音キャンセル部１０４に出力される。
【００４８】
スピーカである音キャンセル部１０４は、入力されたキャンセル信号d_2’(t)に基づいて、音を発生させる（ステップＳ１０６）。
【００４９】
このような構成とすることで、振動と空気中を伝搬する騒音の両方をキャンセリングすることができる。
【００５０】
なお、第五実施形態の適応アルゴリズムにおいて、NLMSを用いる場合の正規化は、振動制御用の参照信号と、騒音制御用の参照信号のパワーの和とする。
【００５１】
[第六実施形態]
第六実施形態の振動キャンセル装置は、第一実施形態から第五実施形態において、振動センサ２、誤差振動センサ３及び参照マイクロホン１０２のそれぞれを複数のセンサ又は複数のマイクロホンとしたものである。
【００５２】
多チャネル処理により性能を向上させることができる。
【００５３】
[変形例]
以上、本発明の実施の形態について説明したが、具体的な構成は、これらの実施の形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜設計の変更等があっても、本発明に含まれることはいうまでもない。
【００５４】
実施の形態において説明した各種の処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。
【００５５】
例えば、キャンセル装置の構成部間のデータのやり取りは直接行われてもよいし、図示していない記憶部を介して行われてもよい。
【００５６】
[プログラム、記録媒体]
上述した各装置の各部の処理をコンピュータにより実現してもよく、この場合は各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムを図７に示すコンピュータの記憶部１０２０に読み込ませ、演算処理部１０１０、入力部１０３０、出力部１０４０などに動作させることにより、上記各装置における各種の処理機能がコンピュータ上で実現される。
【００５７】
この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、例えば、非一時的な記録媒体であり、具体的には、磁気記録装置、光ディスク、等である。
【００５８】

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

【００５９】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部１０５０に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部１０５０に格納されたプログラムを記憶部１０２０に読み込み、読み込んだプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを記憶部１０２０に読み込み、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

【００６０】

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

【００６１】

その他、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【図面】

【図１】

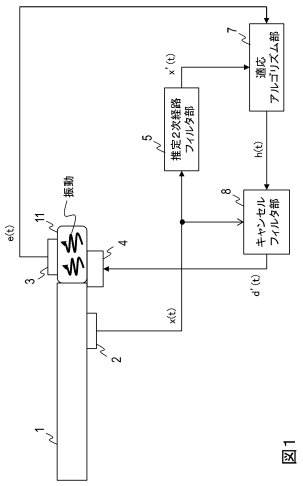


図1

【図２】

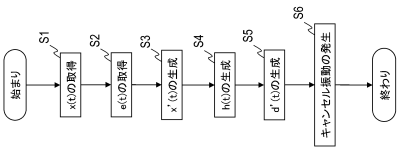


図2

【図３】

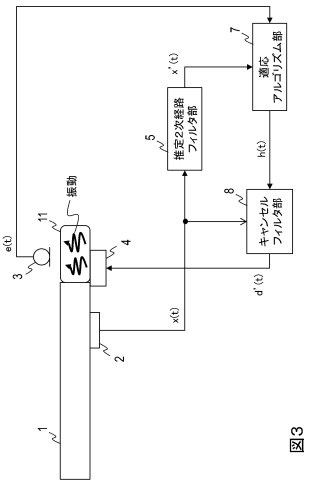


図3

【図４】

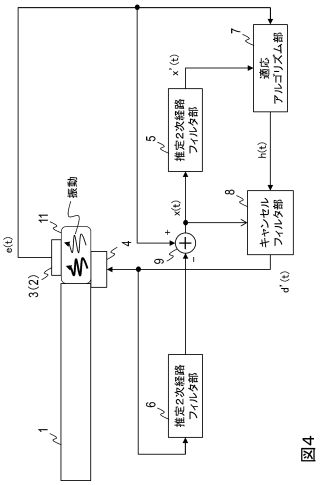


図4

【図５】

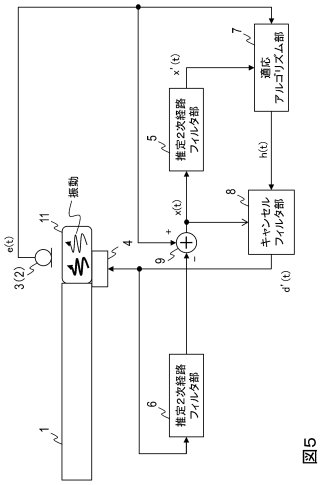


図5

【図６】

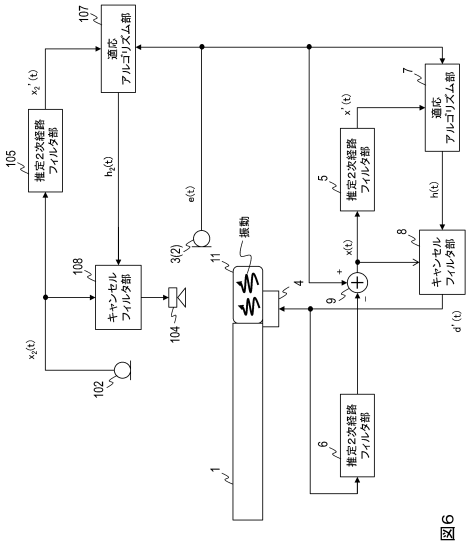


図6

【図７】

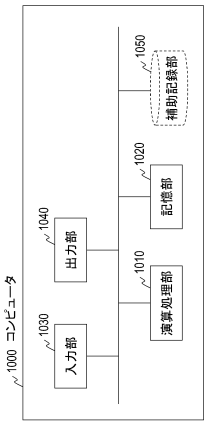


図7

【図８】

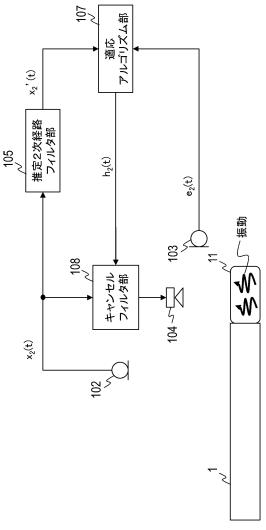


図8

フロントページの続き

審査官　　堀　洋介
(56)参考文献　　特開平０７－１８６８０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２８１９７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２８１９８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０７４６４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３６４６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３３１５５７（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１０Ｋ　１１／１７８
Ｆ１６Ｆ　１５／０２