

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7601644号
(P7601644)

(45)発行日 令和6年12月17日(2024.12.17)

(24)登録日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(51)国際特許分類

F I

G 1 0 K 11/178(2006.01)

G 1 0 K 11/178 1 3 0

B 6 0 R 11/02 (2006.01)

B 6 0 R 11/02 M

B 6 0 R 11/02 S

請求項の数 5 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-7158(P2021-7158)	(73)特許権者	000005326
(22)出願日	令和3年1月20日(2021.1.20)		本田技研工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-111614(P2022-111614		東京都港区南青山二丁目1番1号
	A)	(74)代理人	100077665
(43)公開日	令和4年8月1日(2022.8.1)		弁理士 千葉 剛宏
審査請求日	令和5年11月28日(2023.11.28)	(74)代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74)代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74)代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74)代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
		(74)代理人	100180448
			弁理士 関口 亨祐
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 能動騒音制御装置及び車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の車室内の騒音を低減させるために、制御信号に基づいた相殺音をアクチュエータから出力させる能動騒音制御装置であって、

前記騒音に応じた参照信号に対してフィルタリング処理を行うことにより前記制御信号を生成する第1適応フィルタと、

前記騒音と前記相殺音との干渉による残留騒音を、前記車両の前後方向に沿った前記車両の中心線を中心として前記車室内の一方の側に配された第1マイクロフォンによって検出することにより得られる第1誤差信号と、前記残留騒音を、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の他方の側に配された第2マイクロフォンによって検出することにより得られる第2誤差信号とを加算することによって得られる加算誤差信号と、前記参照信号とに基づいて、前記第1適応フィルタにおけるフィルタ係数を更新する第1フィルタ係数更新部と、

前記アクチュエータから前記第1マイクロフォンまでの音響特性と前記アクチュエータから前記第2マイクロフォンまでの音響特性とに応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第1音響特性フィルタと、

を備え、

前記第1フィルタ係数更新部は、前記加算誤差信号と、前記第1音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第1適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新し、

前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちのいずれかに異常が生じているか否かを判定する判定部を更に備え、

前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちの一方に異常が生じていることが前記判定部によって判定された場合、前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちの他方と、前記第 1 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 1 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を前記第 1 フィルタ係数更新部によって更新させる制御部を更に備える、能動騒音制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の能動騒音制御装置において、

前記アクチュエータは、車幅方向の中央に備えられている、能動騒音制御装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の能動騒音制御装置において、

前記第 1 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理とは異なるフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことにより、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記一方の側に配された一方側アクチュエータに供給される制御信号を生成する第 2 適応フィルタと、

前記一方側アクチュエータから前記第 1 マイクロフォンまでの音響特性に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 2 音響特性フィルタと、

前記第 1 誤差信号と、前記第 2 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 2 適応フィルタにおけるフィルタ係数を更新する第 2 フィルタ係数更新部と、

20

前記一方側アクチュエータから前記第 2 マイクロフォンまでの音響特性に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 3 音響特性フィルタと、

前記第 2 誤差信号と、前記第 3 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 2 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新する第 3 フィルタ係数更新部と、

前記第 1 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理と前記第 2 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理のいずれとも異なるフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことにより、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記他方の側に配された他方側アクチュエータに供給される制御信号を生成する第 3 適応フィルタと、

30

前記他方側アクチュエータから前記第 1 マイクロフォンまでの音響特性に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 4 音響特性フィルタと、

前記第 1 誤差信号と、前記第 4 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 3 適応フィルタにおけるフィルタ係数を更新する第 4 フィルタ係数更新部と、

前記他方側アクチュエータから前記第 2 マイクロフォンまでの音響特性に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 5 音響特性フィルタと、

40

前記第 2 誤差信号と、前記第 5 音響特性フィルタにより補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 3 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新する第 5 フィルタ係数更新部と、を更に備える、能動騒音制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の能動騒音制御装置において、

前記アクチュエータは、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記一方の側に配された一方側アクチュエータと、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記他方の側に配された他方側アクチュエータとを含み、

50

前記一方側アクチュエータと前記他方側アクチュエータとに、同じ前記制御信号が供給される、能動騒音制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の能動騒音制御装置を備える車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、能動騒音制御装置及び車両に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、複数の振動センサによって検出された振動に基づいて相殺信号の生成を行う制御ブロックと、相殺信号に基づいて相殺振動を発する複数のスピーカと、相殺振動と振動源からの振動との相殺誤差を検出する複数のマイクロフォンとが備えられた車室内騒音低減装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 5 - 2 6 5 4 7 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、複数の振動センサからの入力と、複数のスピーカによる出力と、複数のマイクロフォンからの入力とを扱う能動騒音制御装置は、複雑な制御を要するため、設計コストの増加を招く。また、かかる能動騒音制御装置は、演算量が大きいため、高価なプロセッサを要し、部品コストの増加を招く。

【0005】

本発明の目的は、騒音を良好に低減し得るとともに低コスト化を実現し得る能動騒音制御装置及び車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様による能動騒音制御装置は、車両の車室内の騒音を低減させるために、制御信号に基づいた相殺音をアクチュエータから出力させる能動騒音制御装置であって、前記騒音に応じた参照信号に対してフィルタリング処理を行うことにより前記制御信号を生成する第 1 適応フィルタと、前記騒音と前記相殺音との干渉による残留騒音を、前記車両の前後方向に沿った前記車両の中心線を中心として前記車室内の一方の側に配された第 1 マイクロフォンによって検出することにより得られる第 1 誤差信号と、前記残留騒音を、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の他方の側に配された第 2 マイクロフォンによって検出することにより得られる第 2 誤差信号とを加算することによって得られる加算誤差信号と、前記参照信号とに基づいて、前記第 1 適応フィルタにおけるフィルタ係数を更新する第 1 フィルタ係数更新部と、を備える。

【0007】

本発明の他の態様による車両は、上記のような能動騒音制御装置を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、騒音を良好に低減し得るとともに低コスト化を実現し得る能動騒音制御装置及び車両を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】能動騒音制御の概要を示す図である。

【図 2】騒音の周波数と騒音の大きさとの関係を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 3】騒音の測定箇所を示す平面図である。

【図 4】一実施形態による能動騒音制御装置が備えられた車両の一部を示すブロック図である。

【図 5】一実施形態による能動騒音制御装置が備えられた車両の例を示す平面図である。

【図 6】加算誤差信号の例を示すグラフである。

【図 7】一本実施形態による能動騒音制御装置の動作の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明による能動騒音制御装置及び車両について、好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照して以下に詳細に説明する。

10

【0011】

〔一実施形態〕

一実施形態による能動騒音制御装置及び車両について図 1～図 6 を用いて説明する。図 1 は、能動騒音制御の概要を示す図である。

【0012】

能動騒音制御装置 10 は、車両 12 の車室 14 内の騒音、即ち、振動騒音を低減させるための相殺音をアクチュエータ 16 から出力させるものである。

【0013】

車室 14 内の騒音には、例えば、ロードノイズ等が含まれ得る。ロードノイズは、路面から受ける力によって車輪が振動し、車輪の振動がサスペンションを介して車体に伝わることで、車室 14 内の乗員に伝わる騒音である。

20

【0014】

車両 12 には、車両 12 の振動を検出する振動センサ 18、より具体的に、加速度センサが備えられている。振動センサ 18 によって検出される信号 r 、即ち、振動を示す信号は、能動騒音制御装置 10 に供給される。

【0015】

車室 14 内には、マイクロフォン 20 が更に備えられている。マイクロフォン 20 は、アクチュエータ 16 から出力される相殺音と騒音との干渉による残留騒音（相殺誤差騒音）を検出する。マイクロフォン 20 によって検出される残留騒音、即ち、誤差信号 e は、能動騒音制御装置 10 に供給される。

30

【0016】

能動騒音制御装置 10 は、振動センサ 18 によって検出される信号 r と、マイクロフォン 20 によって検出される誤差信号 e とに基づいて、アクチュエータ 16 から相殺音を出力させるための制御信号 u を生成する。より具体的には、能動騒音制御装置 10 は、マイクロフォン 20 によって検出される誤差信号 e が最小となるような制御信号 u を生成する。マイクロフォン 20 によって検出される誤差信号 e が最小となるような制御信号 u に基づいてアクチュエータ 16 が相殺音を出力するため、車室 14 内の騒音が当該相殺音によって良好に相殺され得る。こうして、能動騒音制御装置 10 は、車室 14 内の乗員に伝わる騒音を低減することができる。

【0017】

40

ところで、騒音の周波数に応じて、車室 14 内における騒音の分布が異なる。図 2 は、騒音の周波数と騒音の大きさとの関係を示すグラフである。図 3 は、騒音の測定箇所を示す平面図である。Point A、即ち、測定ポイント A は、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL を中心として車室 14 内の右側に位置している。Point B、即ち、測定ポイント B は、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL 上に位置している。Point C、即ち、測定ポイント C は、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL を中心として車室 14 内の左側に位置している。図 2 における実線は、測定ポイント B における騒音特性を示しており、図 2 における点線は、測定ポイント A における騒音特性を示しており、図 2 における一点鎖線は、測定ポイント C における騒音特性を示している。

50

【 0 0 1 8 】

図 2 から分かるように、8 0 H z 付近及び 1 6 0 H z 付近においては、測定ポイント A、C と測定ポイント B とで騒音の大きさが著しく相違している。騒音の大きさにこのような著しい相違が生じるのは、これらの周波数の共鳴が車室 1 4 内において生じるためである。大きさの分布が車室 1 4 内において異なる騒音を的確に相殺すべく、車室 1 4 内の左側、右側及び中央における騒音を検出することが考えられる。しかしながら、車室 1 4 内の左側、右側及び中央のいずれにもマイクロフォン 2 0 を備えた場合には、複雑な制御を要するため、設計コストの増加を招く。また、車室 1 4 内の左側、右側及び中央のいずれにもマイクロフォン 2 0 を備えた場合には、演算量が大きくなるため、高価なプロセッサを要し、部品コストの増加を招く。本願発明者は、鋭意検討した結果、以下のような能動騒音制御装置 1 0 を想到した。

10

【 0 0 1 9 】

図 4 は、本実施形態による能動騒音制御装置が備えられた車両の一部を示すブロック図である。図 5 は、本実施形態による能動騒音制御装置が備えられた車両の例を示す平面図である。

【 0 0 2 0 】

図 4 に示すように、能動騒音制御装置 1 0 には、判定部 2 6 と、制御部 2 8 と、記憶部 3 0 と、フィルタ部 3 4 A ~ 3 4 C と、演算部 4 4 とが備えられている。フィルタ部一般について説明する際には、符号 3 4 を用い、個々のフィルタ部について説明する際には、符号 3 4 A ~ 3 4 C を用いる。

20

【 0 0 2 1 】

能動騒音制御装置 1 0 には、不図示の演算装置（演算処理装置）が備えられている。かかる演算装置は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）等のプロセッサによって構成され得るが、これに限定されるものではない。ダイレクト・デジタル・シンセサイザ（DDS、Direct Digital Synthesizer）、デジタル制御発振器（DCO：Digitally Controlled Oscillator）等が演算装置に含まれ得る。また、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等が演算装置に含まれ得る。

30

【 0 0 2 2 】

能動騒音制御装置 1 0 には、上述したように記憶部 3 0 が備えられている。記憶部 3 0 には、不図示の揮発性メモリと、不図示の不揮発性メモリとによって構成され得る。揮発性メモリとしては、例えば RAM 等が挙げられ得る。不揮発性メモリとしては、例えば ROM、フラッシュメモリ等が挙げられ得る。データ等が、例えば揮発性メモリに記憶され得る。プログラム、テーブル、マップ等が、例えば不揮発性メモリに記憶され得る。

【 0 0 2 3 】

判定部 2 6 と、制御部 2 8 と、フィルタ部 3 4 と、演算部 4 4 とは、記憶部 3 0 に記憶されているプログラムが演算装置によって実行されることによって実現され得る。

【 0 0 2 4 】

40

図 5 に示すように、車両 1 2 には、振動センサ 1 8 が備えられ得る。振動センサ 1 8 としては、例えば、加速度センサが用いられ得るが、これに限定されるものではない。加速度センサとしては、例えば 3 軸加速度センサが用いられ得るが、これに限定されるものではない。図 5 においては、1 つの振動センサ 1 8 が図示されているが、振動センサ 1 8 の数は 1 つに限定されるものではない。振動センサ 1 8 によって検出される振動は、参照信号 r として能動騒音制御装置 1 0 に供給される。

【 0 0 2 5 】

図 5 に示すように、車室 1 4 内には、騒音と相殺音との干渉による残留騒音、即ち、誤差信号 e を検出するマイクロフォン 2 0 L、2 0 R が備えられている。マイクロフォン一般について説明する際には符号 2 0 を用い、個々のマイクロフォンについて説明する際に

50

は符号 20 L、20 R を用いる。マイクロフォン 20 L は、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL (図 3 参照) を中心として車室 14 内の一方の側、即ち、左側に備えられている。マイクロフォン 20 R は、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL を中心として車室 14 内の他方の側、即ち、右側に備えられている。

【0026】

図 5 に示すように、車室 14 には、制御信号 u に基づいた相殺音を出力するアクチュエータ 16 L、16 R、16 C が備えられている。アクチュエータ一般について説明する際には、符号 16 を用い、個々のアクチュエータについて説明する際には、符号 16 L、16 R、16 C を用いる。アクチュエータ 16 としては、例えばスピーカが挙げられ得る。アクチュエータ 16 L、即ち、一方側アクチュエータは、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL を中心として車室 14 内の一方の側、即ち、左側に備えられている。アクチュエータ 16 R、即ち、他方側アクチュエータは、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL を中心として車室 14 内の他方の側、即ち、右側に備えられている。アクチュエータ 16 C、即ち、中央アクチュエータは、車両 12 の前後方向に沿った車両 12 の中心線 CL 上、即ち、車幅方向の中央に備えられている。アクチュエータ 16 C とマイクロフォン 20 L との間の距離と、アクチュエータ 16 C とマイクロフォン 20 R との間の距離とは、互いに等しい。

【0027】

図 4 に示すように、フィルタ部 34 A には、適応フィルタ 36 A と、音響特性フィルタ 38 A 1、38 A 2 と、フィルタ係数更新部 40 A 1、40 A 2 とが備えられている。フィルタ部 34 B には、適応フィルタ 36 B と、音響特性フィルタ 38 B 1、38 B 2 と、フィルタ係数更新部 40 B 1、40 B 2 とが備えられている。フィルタ部 34 C には、適応フィルタ 36 C と、音響特性フィルタ 38 C と、フィルタ係数更新部 40 C とが備えられている。適応フィルタ一般について説明する際には、符号 36 を用い、個々の適応フィルタについて説明する際には、符号 36 A、36 B、36 C を用いる。音響特性フィルタ一般について説明する際には、符号 38 を用い、個々の音響特性フィルタについて説明する際には、符号 38 A 1、38 A 2、38 B 1、38 B 2、38 C を用いる。フィルタ係数更新部一般について説明する際には、符号 40 を用い、個々のフィルタ係数更新部について説明する際には、符号 40 A 1、40 A 2、40 B 1、40 B 2、40 C を用いる。

【0028】

適応フィルタ (第 2 適応フィルタ) 36 A は、参照信号 r に対してフィルタリング処理を行うことによって制御信号 u L を生成する。適応フィルタ (第 3 適応フィルタ) 36 B は、参照信号 r に対してフィルタリング処理を行うことによって制御信号 u R を生成する。適応フィルタ (第 1 適応フィルタ) 36 C は、参照信号 r に対してフィルタリング処理を行うことによって制御信号 u C を生成する。制御信号一般について説明する際には、符号 u を用い、個々の制御信号について説明する際には、符号 u L、u R、u C を用いる。適応フィルタ 36 としては、例えば FIR (Finite Impulse Response) フィルタ等が用いられ得るが、これに限定されるものではない。FIR フィルタは、参照信号 r に対して畳み込み演算を行うことによって制御信号 u を生成し得る。

【0029】

適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W 0 は、後述するようにフィルタ係数更新部 40 A 1、40 A 2 によって更新される。適応フィルタ 36 B におけるフィルタ係数 W 1 は、後述するようにフィルタ係数更新部 40 B 1、40 B 2 によって更新される。適応フィルタ 36 C におけるフィルタ係数 W 2 は、後述するようにフィルタ係数更新部 40 C によって更新される。適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W 0 と、適応フィルタ 36 B におけるフィルタ係数 W 1 と、適応フィルタ 36 C におけるフィルタ係数 W 2 とは、互いに異なることとなる。このため、適応フィルタ 36 A によって行われるフィルタリング処理と、適応フィルタ 36 B によって行われるフィルタリング処理と、適応フィルタ 36 C によって行われるフィルタリング処理とは互いに異なることとなる。

【0030】

音響特性フィルタ 38 A 1 は、アクチュエータ 16 L からマイクロフォン 20 L までの音響特性（伝達特性）に応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。アクチュエータ 16 L からマイクロフォン 20 L までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{00} は、予め取得されている。音響特性フィルタ 38 A 2 は、アクチュエータ 16 L からマイクロフォン 20 R までの音響特性に応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。アクチュエータ 16 L からマイクロフォン 20 R までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{01} は、予め取得されている。

【0031】

音響特性フィルタ 38 B 1 は、アクチュエータ 16 R からマイクロフォン 20 L までの音響特性に応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。アクチュエータ 16 R からマイクロフォン 20 L までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{10} は、予め取得されている。音響特性フィルタ 38 B 2 は、アクチュエータ 16 R からマイクロフォン 20 R までの音響特性に応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。アクチュエータ 16 R からマイクロフォン 20 R までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{11} は、予め取得されている。

【0032】

音響特性フィルタ 38 C は、アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 L までの音響特性と、アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 R までの音響特性とに応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。即ち、音響特性フィルタ 38 C は、アクチュエータ 16 C から一対のマイクロフォン 20 L、20 R までの音響特性に応じたフィルタリング処理を参照信号 r に対して行うことによって参照信号 r を補正する。アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 L までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{20} は、予め取得されている。アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 R までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{21} は、予め取得されている。アクチュエータ 16 C から一対のマイクロフォン 20 L、20 R までの音響特性、即ち、伝達特性 C^{22} は、以下のような式（1）によって表され得る。

【0033】

$$C^{22} = C^{20} + C^{21} \cdots (1)$$

【0034】

即ち、アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 L までの音響特性と、アクチュエータ 16 C からマイクロフォン 20 R までの音響特性とを加算することにより得られる加算音響特性に基づいて、アクチュエータ 16 C から一対のマイクロフォン 20 L、20 R までの音響特性が得られる。

【0035】

フィルタ係数更新部 40 A 1 は、残留騒音をマイクロフォン 20 L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L と、音響特性フィルタ 38 A 1 によって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W_0 を更新する。より具体的には、フィルタ係数更新部 40 A 1 は、残留騒音をマイクロフォン 20 L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L が最小となるように、適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W_0 を更新する。

【0036】

フィルタ係数更新部 40 A 2 は、残留騒音をマイクロフォン 20 R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R と、音響特性フィルタ 38 A 2 によって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W_0 を更新する。より具体的には、フィルタ係数更新部 40 A 2 は、残留騒音をマイクロフォン 20 R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R が最小となるように、適応フィルタ 36 A におけるフィルタ係数 W_0 を更新する。

【0037】

誤差信号一般について説明する際には、符号 e を用い、個々の誤差信号について説明す

10

20

30

40

50

る際には、符号 e_L 、 e_R 、 e_C を用いる。フィルタ係数一般について説明する際には、符号 W を用い、個々のフィルタ係数について説明する際には、符号 W_0 、 W_1 、 W_2 を用いる。フィルタ係数 W の更新においては、例えば、 $Filtered-X$ LMS アルゴリズムが用いられ得るが、これに限定されるものではない。

【0038】

フィルタ係数更新部 40B1 は、残留騒音をマイクロフォン 20L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L と、音響特性フィルタ 38B1 によって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ 36B におけるフィルタ係数 W_1 を更新する。より具体的には、フィルタ係数更新部 40B1 は、残留騒音をマイクロフォン 20L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L が最小となるように、適応フィルタ 36B におけるフィルタ係数 W_1 を更新する。

10

【0039】

フィルタ係数更新部 40B2 は、残留騒音をマイクロフォン 20R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R と、音響特性フィルタ 38B2 によって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ 36B におけるフィルタ係数 W_1 を更新する。より具体的には、フィルタ係数更新部 40B2 は、残留騒音をマイクロフォン 20R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R が最小となるように、適応フィルタ 36B におけるフィルタ係数 W_1 を更新する。

【0040】

演算部 44 は、残留騒音をマイクロフォン 20L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L と、残留騒音をマイクロフォン 20R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R とを加算する。演算部 44、即ち、加算器は、誤差信号 e_L と誤差信号 e_R とを加算することによって得られる加算誤差信号 e_C をフィルタ係数更新部 40C に供給する。

20

【0041】

図 6 は、加算誤差信号の例を示すグラフである。図 6 における横軸は周波数を示しており、図 6 における縦軸は信号の大きさを示している。図 6 における実線は、残留騒音をマイクロフォン 20L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L と、残留騒音をマイクロフォン 20R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R とを加算することにより得られた加算値を 2 で除算したものである。即ち、図 6 における実線は、残留騒音をマイクロフォン 20L によって検出することによって得られる誤差信号 e_L と、残留騒音をマイクロフォン 20R によって検出することによって得られる誤差信号 e_R との平均値である。図 6 における点線は、車幅方向の中央にマイクロフォンを配した場合に当該マイクロフォンによって検出される残留騒音を示す。図 6 から分かるように、両者の差は極めて小さい。このため、マイクロフォン 20L によって検出される誤差信号 e_L と、マイクロフォン 20R によって検出される誤差信号 e_R とを加算することにより得られる加算誤差信号 e_C を用いても、騒音の抑制の精度に特段の問題は生じない。

30

【0042】

フィルタ係数更新部 40C は、演算部 44 から供給される加算誤差信号 e_C と、音響特性フィルタ 38C によって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ 36C におけるフィルタ係数 W_2 を更新する。より具体的には、フィルタ係数更新部 40C は、加算誤差信号 e_C が最小となるように、適応フィルタ 36C におけるフィルタ係数 W_2 を更新する。

40

【0043】

適応フィルタ 36A から出力される制御信号 u_L 、即ち、フィルタ部 34A から出力される制御信号 u_L が、パワーアンプ 15L を介してアクチュエータ 16L に供給される。適応フィルタ 36B から出力される制御信号 u_R 、即ち、フィルタ部 34B から出力される制御信号 u_R が、パワーアンプ 15R を介してアクチュエータ 16R に供給される。適応フィルタ 36C から出力される制御信号 u_C 、即ち、フィルタ部 34B から出力される制御信号 u_C が、パワーアンプ 15C を介してアクチュエータ 16C に供給される。

50

【 0 0 4 4 】

判定部（異常判定部）26は、マイクロフォン20Lによって取得される誤差信号 e_L と、マイクロフォン20Rによって取得される誤差信号 e_R とのうちのいずれかに、異常が生じているか否かを判定し得る。かかる異常としては、例えば、マイクロフォン20と能動騒音制御装置10との間の配線における断線、マイクロフォン20の故障等が挙げられるが、これに限定されるものでない。判定部26は、誤差信号 e_L の大きさが音量閾値 V_{TH} 以上であり、誤差信号 e_R の大きさが音量閾値 V_{TH} 未満であり、且つ、このような状態が時間閾値 T_{TH} 以上継続する場合、以下のような判定を行う。即ち、このような場合、判定部26は、マイクロフォン20Rによって取得される誤差信号 e_R に異常が生じていると判定する。判定部26は、誤差信号 e_R の大きさが音量閾値 V_{TH} 以上であり、誤差信号 e_L の大きさが音量閾値 V_{TH} 未満であり、且つ、このような状態が時間閾値 T_{TH} 以上継続する場合、以下のような判定を行う。即ち、このような場合、判定部26は、マイクロフォン20Lによって取得される誤差信号 e_L に異常が生じていると判定する。判定部26による判定結果は、制御部28に供給される。

10

【 0 0 4 5 】

誤差信号 e_L と誤差信号 e_R とのうちの一方に異常が生じていることが判定部26によって判定された場合、制御部28は、以下のような制御を行い得る。即ち、このような場合、制御部28は、誤差信号 e_L と誤差信号 e_R とのうちの他方と、音響特性フィルタ38Cによって補正された参照信号 r とに基づいて、適応フィルタ36Cにおけるフィルタ係数 W_2 をフィルタ係数更新部40Cによって更新させる。

20

【 0 0 4 6 】

次に、本実施形態による能動騒音制御装置の動作の例について図7を用いて説明する。図7は、本実施形態による能動騒音制御装置の動作の例を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

まず、ステップS1において、判定部26は、誤差信号 e_L に異常が生じているか否かを判定する。誤差信号 e_L に異常が生じている場合（ステップS1においてYES）、ステップS3に遷移する。誤差信号 e_L に異常が生じていない場合（ステップS1においてNO）、ステップS2に遷移する。

【 0 0 4 8 】

ステップS2において、判定部26は、誤差信号 e_R に異常が生じているか否かを判定する。誤差信号 e_R に異常が生じている場合（ステップS2においてYES）、ステップS4に遷移する。誤差信号 e_R に異常が生じていない場合（ステップS2においてNO）、図7に示す処理が完了する。

30

【 0 0 4 9 】

ステップS3において、制御部28は、音響特性フィルタ38Cによって補正された参照信号 r と、誤差信号 e_R とに基づいて、適応フィルタ36Cにおけるフィルタ係数 W_2 をフィルタ係数更新部40Cによって更新させる。

【 0 0 5 0 】

ステップS4において、制御部28は、音響特性フィルタ38Cによって補正された参照信号 r と、誤差信号 e_L とに基づいて、適応フィルタ36Cにおけるフィルタ係数 W_2 をフィルタ係数更新部40Cによって更新させる。

40

【 0 0 5 1 】

こうして、図7に示す処理が完了する。

【 0 0 5 2 】

このように、本実施形態では、一方の側に配されたマイクロフォン20Lによって検出される誤差信号 e_L と、他方の側に配されたマイクロフォン20Rによって検出される誤差信号 e_R とを加算することによって、加算誤差信号 e_C が取得される。加算誤差信号 e_C は、車幅方向の中央における残留騒音に対応している。そして、こうして得られる加算誤差信号 e_C が最小となるように、適応フィルタ36Cにおけるフィルタ係数 W_2 が更新される。本実施形態によれば、車幅方向の中央にマイクロフォンを別途設けることを要す

50

ることなく、車幅方向の中央における残留騒音を的確に低減し得る。本実施形態によれば、制御の複雑化を抑制し得るため、設計コストを抑制し得る。また、本実施形態によれば、演算量の増加を抑制し得るため、高価なプロセッサを要さず、部品コストを抑制し得る。従って、本実施形態によれば、騒音を良好に低減し得るとともに低コスト化を実現し得る能動騒音制御装置 10 を提供することができる。

【 0 0 5 3 】

[変形実施形態]

本発明についての好適な実施形態を上述したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改変が可能である。

【 0 0 5 4 】

例えば、上記実施形態では、中央アクチュエータ 16 C が備えられている場合を例に説明したが、中央アクチュエータ 16 C が備えられていなくてもよい。この場合には、一方側アクチュエータ 16 L と他方側アクチュエータ 16 R とに、同じ制御信号が供給されるようにすればよい。即ち、モノラルの音が一對のアクチュエータ 16 L、16 R で出力されるようにすれば、中央アクチュエータ 16 C が備えられなくてもよい。但し、より効果的に騒音を低減する観点からは、中央アクチュエータ 16 C が備えられていることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

上記実施形態をまとめると以下のようになる。

【 0 0 5 6 】

能動騒音制御装置 (10) は、車両 (12) の車室 (14) 内の騒音を低減させるために、制御信号 (u C) に基づいた相殺音をアクチュエータ (16 C) から出力させる能動騒音制御装置であって、前記騒音に応じた参照信号 (r) に対してフィルタリング処理を行うことにより前記制御信号を生成する第 1 適応フィルタ (34 C) と、前記騒音と前記相殺音との干渉による残留騒音を、前記車両の前後方向に沿った前記車両の中心線 (C L) を中心として前記車室内の一方の側に配された第 1 マイクロフォン (20 L) によって検出することにより得られる第 1 誤差信号 (e L) と、前記残留騒音を、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の他方の側に配された第 2 マイクロフォン (20 R) によって検出することにより得られる第 2 誤差信号 (e R) とを加算することによって得られる加算誤差信号 (e C) と、前記参照信号とに基づいて、前記第 1 適応フィルタにおけるフィルタ係数 (W 2) を更新する第 1 フィルタ係数更新部 (40 C) と、を備える。このような構成によれば、一方の側に配された第 1 マイクロフォンによって検出される第 1 誤差信号と、他方の側に配された第 2 マイクロフォンによって検出される第 2 誤差信号とを加算することによって、車幅方向の中央における残留騒音に対応する加算誤差信号が取得される。そして、こうして得られる加算誤差信号が最小となるように、第 1 適応フィルタにおけるフィルタ係数が更新される。このような構成によれば、車幅方向の中央にマイクロフォンを別途設けることを要することなく、車幅方向の中央における残留騒音が的確に低減され得る。このような構成によれば、制御の複雑化を抑制し得るため、設計コストを抑制し得る。また、このような構成によれば、演算量の増加を抑制し得るため、高価なプロセッサを要さず、部品コストを抑制し得る。従って、このような構成によれば、騒音を良好に低減し得るとともに低コスト化を実現し得る能動騒音制御装置を提供することができる。

【 0 0 5 7 】

前記アクチュエータから前記第 1 マイクロフォンまでの音響特性 (C^{20}) と前記アクチュエータから前記第 2 マイクロフォンまでの音響特性 (C^{21}) とに応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 1 音響特性フィルタ (38 C) を更に備え、前記第 1 フィルタ係数更新部は、前記加算誤差信号と、前記第 1 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 1 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新するようにしてもよい。このような構成によれば、アクチュエータから一對のマイクロフォンまでの音響特性に応じたフィルタリン

10

20

30

40

50

グ処理が第 1 音響特性フィルタによって行われるため、演算量を抑制しつつ、効果的に騒音を抑制することができる。

【 0 0 5 8 】

前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちのいずれかに異常が生じているか否かを判定する判定部 (2 6) を更に備え、前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちの一方に異常が生じていることが前記判定部によって判定された場合、前記第 1 誤差信号と前記第 2 誤差信号とのうちの他方と、前記第 1 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 1 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を前記第 1 フィルタ係数更新部によって更新させる制御部 (2 8) を更に備えるようにしてもよい。このような構成によれば、一对のマイクロフォンのうちのいずれかに異常が生じている場合であっても、異常が生じているマイクロフォンによる悪影響を抑制しつつ、騒音を良好に低減し得る。

10

【 0 0 5 9 】

前記アクチュエータは、車幅方向の中央に備えられているようにしてもよい。このような構成によれば、車室内の騒音を良好に低減し得る能動騒音制御装置を提供することができる。

【 0 0 6 0 】

前記第 1 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理とは異なるフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことにより、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記一方の側に配された一方側アクチュエータ (1 6 L) に供給される制御信号 (u L) を生成する第 2 適応フィルタ (3 6 A) と、前記一方側アクチュエータから前記第 1 マイクロフォンまでの音響特性 (C ^ 0 0) に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 2 音響特性フィルタ (3 8 A 1) と、前記第 1 誤差信号と、前記第 2 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 2 適応フィルタにおけるフィルタ係数 (W 0) を更新する第 2 フィルタ係数更新部 (4 0 A 1) と、前記一方側アクチュエータから前記第 2 マイクロフォンまでの音響特性 (C ^ 0 1) に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 3 音響特性フィルタ (3 8 A 2) と、前記第 2 誤差信号と、前記第 3 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 2 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新する第 3 フィルタ係数更新部 (4 0 A 2) と、前記第 1 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理と前記第 2 適応フィルタによって行われる前記フィルタリング処理のいずれとも異なるフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことにより、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記他方の側に配された他方側アクチュエータ (1 6 R) に供給される制御信号 (u R) を生成する第 3 適応フィルタ (3 6 B) と、前記他方側アクチュエータから前記第 1 マイクロフォンまでの音響特性 (C ^ 1 0) に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 4 音響特性フィルタ (3 8 B 1) と、前記第 1 誤差信号と、前記第 4 音響特性フィルタによって補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 3 適応フィルタにおけるフィルタ係数 (W 1) を更新する第 4 フィルタ係数更新部 (4 0 B 1) と、前記他方側アクチュエータから前記第 2 マイクロフォンまでの音響特性 (C ^ 1 1) に応じたフィルタリング処理を前記参照信号に対して行うことによって前記参照信号を補正する第 5 音響特性フィルタ (3 8 B 2) と、前記第 2 誤差信号と、前記第 5 音響特性フィルタにより補正された前記参照信号とに基づいて、前記第 3 適応フィルタにおける前記フィルタ係数を更新する第 5 フィルタ係数更新部 (4 0 B 2) と、を更に備えるようにしてもよい。このような構成によれば、良好に騒音を低減し得る能動騒音制御装置を提供し得る。

20

30

40

【 0 0 6 1 】

前記アクチュエータは、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記一方の側に配された一方側アクチュエータと、前記車両の前記中心線を中心として前記車室内の前記他方の側に配された他方側アクチュエータとを含み、前記一方側アクチュエータと前記

50

他方側アクチュエータとに、同じ前記制御信号が供給されるようにしてもよい。このような構成によれば、車幅方向の中央にアクチュエータを備えることを要しないため、低コスト化に資することができる。

【 0 0 6 2 】

車両は、上記のような能動騒音制御装置を備える。

【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

- 1 0 : 能動騒音制御装置

1 2 : 車両
- 1 4 : 車室

1 5 C、1 5 L、1 5 R : パワーアンプ
- 1 6 L : 一方側アクチュエータ

1 6 R : 他方側アクチュエータ
- 1 6 C : 中央アクチュエータ

1 8 : 振動センサ
- 2 0 L、2 0 R : マイクロフォン

2 6 : 判定部
- 2 8 : 制御部

3 0 : 記憶部
- 3 4 A ~ 3 4 C : フィルタ部

3 6 A ~ 3 6 C : 適応フィルタ
- 3 8 A 1、3 8 A 2、3 8 B 1、3 8 B 2、3 8 C : 音響特性フィルタ

4 0 A 1、4 0 A 2、4 0 B 1、4 0 B 2、4 0 C : フィルタ係数更新部
- 4 4 : 演算部

A ~ C : 測定ポイント
- C L : 中心線

W 0 ~ W 2 : フィルタ係数
- e C、e L、e R : 誤差信号

u C、u L、u R : 制御信号

10

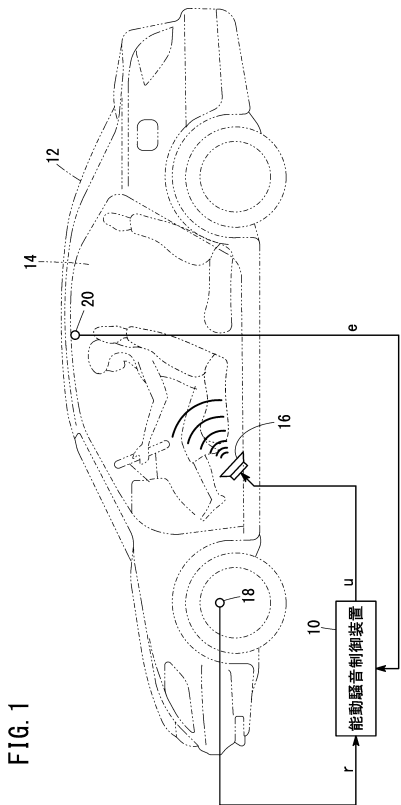
20

30

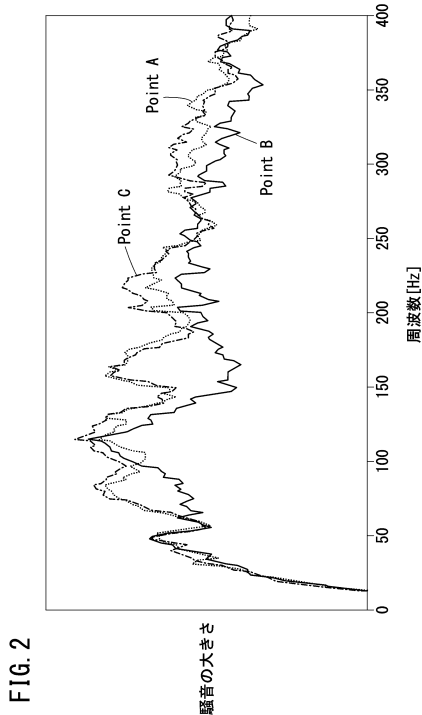
40

50

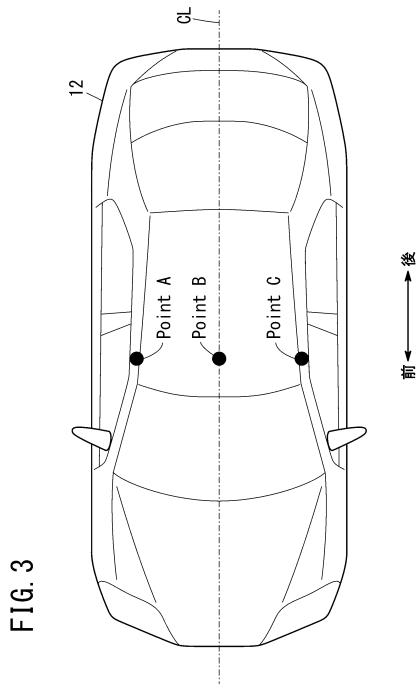
【図面】
【図 1】



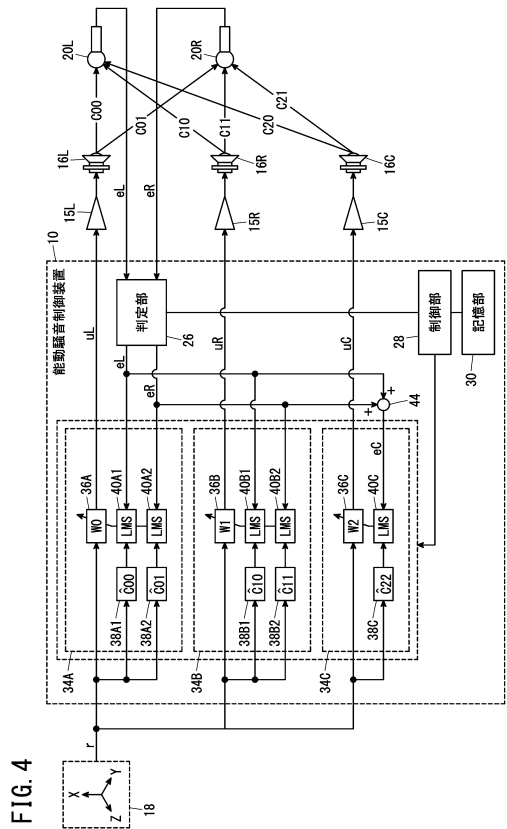
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

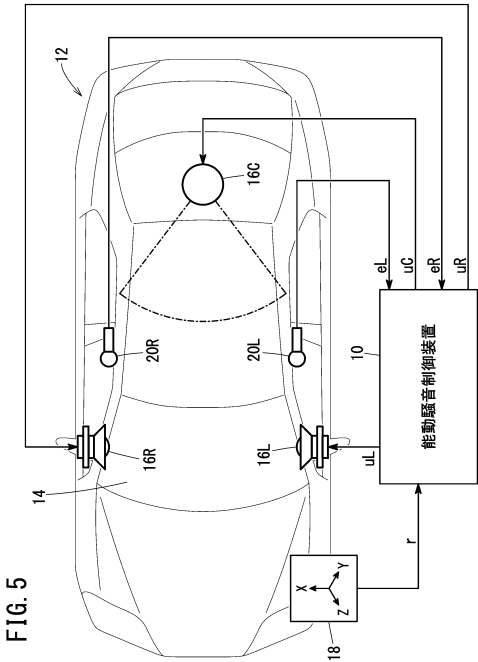
20

30

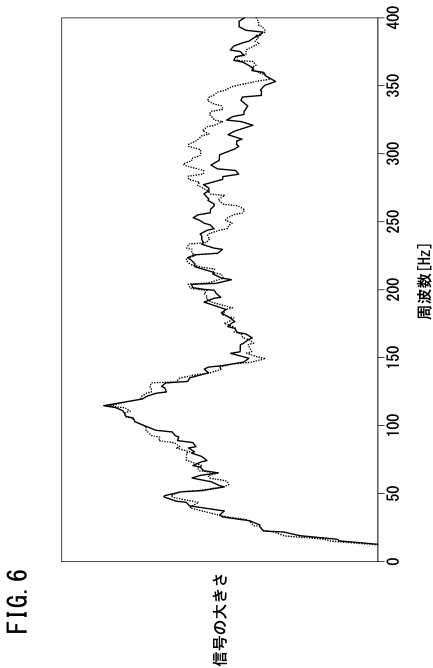
40

50

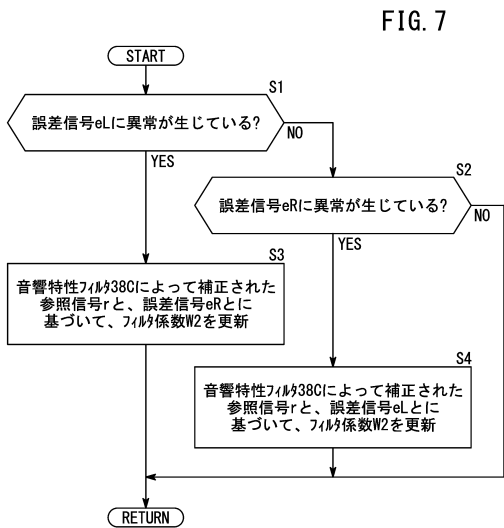
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 坂本 浩介
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

審査官 齊田 寛史

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 8 0 8 3 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 4 8 8 9 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 0 4 0 8 5 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 1 5 9 5 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 0 3 9 9 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 2 1 3 6 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 9 8 5 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 1 0 K 1 1 / 1 7 8
B 6 0 R 1 1 / 0 2