

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-172226

(P2020-172226A)

(43) 公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

(51) Int.Cl.
B60G 17/00 (2006.01)F1
B60G 17/00テーマコード(参考)
3D301

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2019-76546 (P2019-76546)
(22) 出願日 平成31年4月12日(2019.4.12)(71) 出願人 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
(74) 代理人 110001807
特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(72) 発明者 大野 智史
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
(72) 発明者 米田 篤彦
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
Fターム(参考) 3D301 AA76 DA35 DA39 DB50 EA04
EA14 EA19 EA35 EB13 EC01
EC05 EC67 EC68

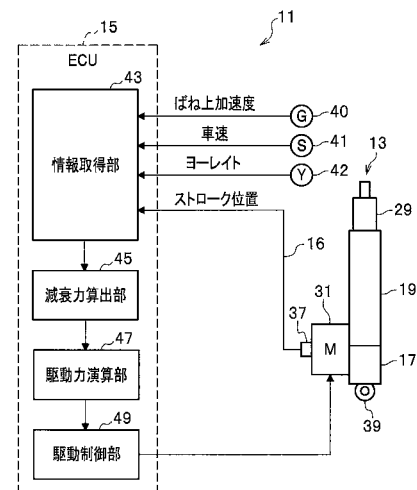
(54) 【発明の名称】 電動サスペンション装置

(57) 【要約】

【課題】車両10の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制する。

【解決手段】車両の振動減衰に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータ13と、電磁アクチュエータ13のストローク速度SVの情報を取得する情報取得部43と、情報取得部43で取得したストローク速度SVの情報に基づいて電磁アクチュエータ13の目標減衰力を算出する減衰力算出部45と、減衰力算出部45で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて電磁アクチュエータ13の駆動制御を行う駆動制御部49と、を備える。減衰力算出部45は、ストローク速度SVのうちの低周波成分を抑制する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度SV_afsの情報に基づいて補正減衰力を算出し、算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の車体と車輪の間に設けられ、前記車両の振動減衰に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータと、

前記電磁アクチュエータのストローク速度の情報を取得する情報取得部と、

前記情報取得部で取得したストローク速度の情報に基づいて前記電磁アクチュエータの減衰動作の目標値である目標減衰力を算出する減衰力算出部と、

前記減衰力算出部で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて前記電磁アクチュエータの駆動制御を行う駆動制御部と、を備え、

前記減衰力算出部は、前記ストローク速度のうちの低周波成分を抑制する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度の情報に基づいて補正減衰力を算出し、当該算出した補正減衰力を用いて前記目標減衰力の補正を行う

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 2】

車両の車体と車輪の間に設けられ、前記車両の振動減衰に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータと、

前記電磁アクチュエータのストローク速度の情報を取得する情報取得部と、

前記情報取得部で取得したストローク速度の情報に基づいて前記電磁アクチュエータの減衰動作の目標値である目標減衰力を算出する減衰力算出部と、

前記減衰力算出部で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて前記電磁アクチュエータの駆動制御を行う駆動制御部と、を備え、

前記減衰力算出部は、前記ストローク速度のうちの低周波成分を抽出するローパスフィルタと、前記ストローク速度から前記抽出された低周波成分を減算する減算部と、前記減算による周波数整形後のストローク速度に基づいて補正減衰力を算出する補正減衰力算出部と、を備え、当該算出した補正減衰力を用いて前記目標減衰力の補正を行う

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 3】

車両の車体と車輪の間に設けられ、前記車両の振動減衰に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータと、

前記電磁アクチュエータのストローク速度の情報を取得する情報取得部と、

前記情報取得部で取得したストローク速度の情報に基づいて前記電磁アクチュエータの減衰動作の目標値である目標減衰力を算出する減衰力算出部と、

前記減衰力算出部で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて前記電磁アクチュエータの駆動制御を行う駆動制御部と、を備え、

前記減衰力算出部は、前記ストローク速度のうちの高周波成分を抽出する処理を行うハイパスフィルタと、前記処理による周波数整形後のストローク速度に基づいて補正減衰力を算出する補正減衰力算出部と、を備え、当該算出した補正減衰力を用いて前記目標減衰力の補正を行う

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の電動サスペンション装置であって、

前記ローパスフィルタのカットオフ周波数は、電動サスペンション装置のシステム共振点に係る共振周波数と比べて低い周波数が設定される

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電動サスペンション装置であって、

前記補正減衰力算出部は、前記補正減衰力を、前記周波数整形後のストローク速度を引数とする補正減衰力関数に基づいて算出する

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数は、電動サスペンション装置のシステム共振点に係る共振周波数と比べて低い周波数が設定される
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記補正減衰力算出部は、前記補正減衰力を、前記周波数整形後のストローク速度を引数とする補正減衰力関数に基づいて算出する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、車速の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した車速に基づいて前記補正減衰力関数の特性を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 9】

請求項 5 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、前記車両の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した前記駆動力発生装置の状態に基づいて前記補正減衰力関数の特性を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、車速の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した車速に基づいて前記補正減衰力関数の特性を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 11】

請求項 7 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、前記車両の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した前記駆動力発生装置の状態に基づいて前記補正減衰力関数の特性を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 12】

請求項 4 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、車速の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した車速に基づいて前記カットオフ周波数を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 13】

請求項 4 に記載の電動サスペンション装置であって、
前記情報取得部は、前記車両の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、
前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した前記駆動力発生装置の状態に基づいて前記カットオフ周波数を調整する
ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 14】

請求項 6 に記載の電動サスペンション装置であって、

10

20

30

40

50

前記情報取得部は、車速の情報をさらに取得し、

前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した車速に基づいて前記カットオフ周波数を調整する

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 15】

請求項 6 に記載の電動サスペンション装置であって、

前記情報取得部は、前記車両の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、

前記補正減衰力算出部は、前記情報取得部で取得した前記駆動力発生装置の状態に基づいて前記カットオフ周波数を調整する

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【請求項 16】

請求項 5 又は 7 に記載の電動サスペンション装置であって、

前記補正減衰力算出部は、前記補正減衰力を、前記補正減衰力関数に基づいて算出した後、当該算出した補正減衰力の値のうち所定の制限閾値を超える部分を当該制限閾値に制限する

ことを特徴とする電動サスペンション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の車体と車輪の間に設けられ、減衰動作に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータを備える電動サスペンション装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本願出願人は、車両の車体と車輪の間に設けられ、減衰動作に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータを備える電動サスペンション装置を提案している（例えば特許文献 1 参照）。電磁アクチュエータは、電動機の他に、ボールねじ機構を備えて構成される。電磁アクチュエータは、電動機の回転運動をボールねじ機構の直線運動へと変換することにより、減衰動作に係る駆動力を発生させるように動作する。

【0003】

ここで、減衰動作に係る駆動力とは、減衰力を意味する。減衰力とは、電磁アクチュエータのストローク速度の向きと反対向きの力（反力）をいう。

【0004】

特許文献 1 に係る電動サスペンション装置では、車両の乗り心地・操縦安定性を両立させるために、フルバンプ又はフルリバウンド状態に陥る事態を未然に回避することが強く要請される。

【0005】

こうした要請に応えるために、特許文献 1 に係る電動サスペンション装置は、車両の車体と車輪の間に設けられ、減衰動作に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータと、電磁アクチュエータのストローク位置を取得する情報取得部と、電磁アクチュエータの目標減衰力を設定すると共に、当該設定した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて電磁アクチュエータの駆動制御を行う ECU と、を備える。

【0006】

ECU は、ストローク位置がストローク終端近傍の終端領域に存する場合、ストローク位置を終端領域から中立領域へと向かわせるように目標駆動力の補正を行う。

特許文献 1 に係る電動サスペンション装置によれば、車両の過酷な走行シーンにおいて、フルバンプ又はフルリバウンド状態に陥る事態を未然に回避することができる。

【特許文献 1】特許第 6417443 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0007】

ところで、特許文献1に係る電動サスペンション装置は、同システムに備わる電磁アクチュエータの駆動に伴って生じる慣性モーメント（イナーシャ）と剛性に由来する、システム共振点（共振周波数はおよそ40～100Hz程度）付近の振動を適切に抑制するための特別な考慮には言及していない。

【0008】

そのため、特許文献1に係る電動サスペンション装置では、下記の点で改良の余地があった。すなわち、システム共振点付近の振動抑制効果を狙って減衰力に係る制御量を増やすと、ダンピング特性が硬くなる側に振れて乗り心地を損なう。また、車両の乗り心地向上を狙って減衰力に係る制御量を減らすと、システム共振点付近の振動を十分に抑制できない結果、共振振動に由来する騒音が車室内の静音性を損なってしまう。

【0009】

本発明は、前記実情に鑑みてなされたものであり、車両の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制可能な電動サスペンション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】

【0010】

上記目的を達成するために、(1)に係る発明は、車両の車体と車輪の間に設けられ、前記車両の振動減衰に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータと、前記電磁アクチュエータのストローク速度の情報を取得する情報取得部と、前記情報取得部で取得したストローク速度の情報に基づいて前記電磁アクチュエータの減衰動作の目標値である目標減衰力を算出する減衰力算出部と、前記減衰力算出部で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて前記電磁アクチュエータの駆動制御を行う駆動制御部と、を備え、前記減衰力算出部は、前記ストローク速度のうちの低周波成分を抑制する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度の情報に基づいて補正減衰力を算出し、当該算出した補正減衰力を用いて前記目標減衰力の補正を行うことを最も主要な特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、車両の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置の全体構成図である。

【図2】電動サスペンション装置に備わる電磁アクチュエータの部分断面図である。

【図3】電動サスペンション装置に備わるECUの内部及び周辺部の構成図である。

【図4A】ECUに備わる第1実施例に係る減衰力算出部の内部構成を概念的に表す図である。

【図4B】ストローク速度に相応しい基準減衰力を算出する際に用いられる基準減衰力マップの説明図である。

【図4C】第1実施例に係る減衰力算出部に備わるローパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【図4D】ECUに備わる第2実施例に係る減衰力算出部の内部構成を概念的に表す図である。

【図4E】第2実施例に係る減衰力算出部に備わるハイパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【図5A】実施例1に係る補正減衰力マップの説明図である。

【図5B】実施例2に係る補正減衰力マップの説明図である。

【図5C】実施例3に係る補正減衰力マップの説明図である。

【図6】電動サスペンション装置の動作説明に供するフローチャート図である。

【図7A】ECUに備わる第1実施例の変形例に係る減衰力算出部の内部構成を概念的に

10

20

30

40

50

表す図である。

【図 7 B】実施例 2 の変形例 1 に係る補正減衰力マップの説明図である。

【図 7 C】実施例 2 の変形例 2 に係る補正減衰力マップの説明図である。

【図 7 D】第 1 実施例の変形例 1 に係る減衰力算出部に備わるローパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【図 7 E】第 1 実施例の変形例 2 に係る減衰力算出部に備わるローパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【図 8 A】E C U に備わる第 2 実施例の変形例に係る減衰力算出部の内部構成を概念的に表す図である。

【図 8 B】第 2 実施例の変形例 1 に係る減衰力算出部に備わるハイパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【図 8 C】第 2 実施例の変形例 2 に係る減衰力算出部に備わるハイパスフィルタのゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の複数の実施形態に係る電動サスペンション装置について、適宜図面を参照して詳細に説明する。

なお、以下に示す図面において、共通の機能を有する部材には共通の参照符号を付するものとする。また、部材のサイズ及び形状は、説明の便宜のため、変形又は誇張して模式的に表す場合がある。

【0014】

〔本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 に共通の基本構成〕

はじめに、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 に共通の基本構成について、図 1、図 2 を参照して説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 に共通の全体構成図である。図 2 は、電動サスペンション装置 11 の一部を構成する電磁アクチュエータ 13 の部分断面図である。

【0015】

本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 は、図 1 に示すように、車両 10 の各車輪毎に備わる複数の電磁アクチュエータ 13 と、ひとつの電子制御装置（以下、「E C U」という。）15 とを備えて構成されている。複数の電磁アクチュエータ 13 と E C U 15 との間は、E C U 15 から複数の電磁アクチュエータ 13 への駆動制御電力を供給するための電力供給線 14（図 1 の実線参照）、及び、複数の電磁アクチュエータ 13 から E C U 15 に電動モータ 31（図 2 参照）の回転角信号を送るための信号線 16（図 1 の破線参照）をそれぞれ介して相互に接続されている。

本実施形態では、電磁アクチュエータ 13 は、前輪（左前輪・右前輪）、及び後輪（左後輪・右後輪）を含む各車輪毎に、都合 4 つ配設されている。各車輪毎に備わる電磁アクチュエータ 13 は、各車輪毎の伸縮動作に併せて相互に独立して駆動制御される。

【0016】

複数の電磁アクチュエータ 13 の各々は、本発明の実施形態では、特に断らない限り、それぞれが共通の構成を備えている。そこで、ひとつの電磁アクチュエータ 13 の構成について説明することで、複数の電磁アクチュエータ 13 の説明に代えることとする。

【0017】

電磁アクチュエータ 13 は、図 2 に示すように、ベースハウジング 17、アウトチューブ 19、ボールベアリング 21、ボールねじ軸 23、複数のボール 25、ナット 27、及びインナチューブ 29 を備えて構成されている。

【0018】

ベースハウジング 17 は、ボールベアリング 21 を介してボールねじ軸 23 の基端側を軸周りに回転自在に支持する。アウトチューブ 19 は、ベースハウジング 17 に設けられ、ボールねじ軸 23、複数のボール 25、ナット 27 を含むボールねじ機構 18 を収容す

10

20

30

40

50

る。複数のボール 25 は、ボールねじ軸 23 のねじ溝に沿って転動する。ナット 27 は、複数のボール 25 を介してボールねじ軸 23 に係合し、ボールねじ軸 23 の回転運動を直線運動に変換する。ナット 27 に連結されたインナチューブ 29 は、ナット 27 と一体になりアウトチューブ 19 の軸方向に沿って変位する。

【0019】

ボールねじ軸 23 に回転駆動力を伝えるために、電磁アクチュエータ 13 には、図 2 に示すように、電動モータ 31、一对のプーリ 33、及びベルト部材 35 が備わっている。電動モータ 31 は、アウトチューブ 19 に並列するようにベースハウジング 17 に設けられている。電動モータ 31 のモータ軸 31a 及びボールねじ軸 23 には、それぞれにプーリ 33 が装着されている。これら一对のプーリ 33 には、電動モータ 31 の回転駆動力をボールねじ軸 23 に伝達するための歯付ベルト（コグドベルト：不図示）等のベルト部材 35 が懸架されている。

10

【0020】

電動モータ 31 には、電動モータ 31 の回転角信号を検出するレゾルバ 37 が設けられている。レゾルバ 37 で検出された電動モータ 31 の回転角信号は、信号線 16 を介して ECU 15 へ送られる。電動モータ 31 は、ECU 15 が複数の電磁アクチュエータ 13 のそれぞれに電力供給線 14 を介して供給する駆動制御電力に応じて回転駆動が制御される。

【0021】

なお、本実施形態では、図 2 に示すように、電動モータ 31 のモータ軸 31a とボールねじ軸 23 とを略平行に配置して両者間を連結するレイアウトを採用することで、電磁アクチュエータ 13 における軸方向の寸法を短縮している。ただし、電動モータ 31 のモータ軸 31a とボールねじ軸 23 とを同軸に配置して両者間を連結するレイアウトを採用してもよい。

20

【0022】

本実施形態に係る電磁アクチュエータ 13 では、図 2 に示すように、ベースハウジング 17 の下端部に連結部 39 が設けられている。この連結部 39 は、不図示のばね下部材（車輪側のロアアーム、ナックル等）に連結固定される。一方、インナチューブ 29 の上端部 29a は、不図示のばね上部材（車体側のストラットタワー部等）に連結固定されている。要するに、電磁アクチュエータ 13 は、車両 10 の車体と車輪の間に備わる不図示のばね部材に並設されている。

30

【0023】

前記のように構成された電磁アクチュエータ 13 は、次のように動作する。すなわち、例えば、車両 10 の車輪側から連結部 39 に対して上向きの振動に係る推進力が入力されたケースを考える。このケースでは、上向きの振動に係る推進力が加わったアウトチューブ 19 に対し、インナチューブ 29 及びナット 27 が一体に下降しようとする。これを受けて、ボールねじ軸 23 は、ナット 27 の下降に従う向きに回転しようとする。この際において、ナット 27 の下降を妨げる向きの電動モータ 31 の回転駆動力を生じさせる。この電動モータ 31 の回転駆動力は、ベルト部材 35 を介してボールねじ軸 23 に伝達される。

40

このように、上向きの振動に係る推進力に対抗する反力（減衰力）をボールねじ軸 23 に作用させることにより、車輪側から車体側へと伝えられようとする振動を減衰させる。

【0024】

〔ECU 15 の内部構成〕

次に、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 に備わる ECU 15 の内部及び周辺部の構成について、図 3、及び図 4A～図 4C を参照して説明する。

図 3 は、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置 11 に備わる ECU 15 の内部及び周辺部の構成図である。図 4A は、電動サスペンション装置 11 に備わる第 1 実施例に係る減衰力算出部の内部構成を概念的に表す図である。図 4B は、ストローク速度 S V に対応する基準減衰力の関係を表す基準減衰力マップ 51 の説明図である。図 4C は、

50

第1実施例に係る減衰力算出部45A1に備わるローパスフィルタ53のゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【0025】

ECU15は、各種の演算処理を行うマイクロコンピュータを含んで構成される。ECU15は、レゾルバ37で検出された電動モータ31の回転角信号等に基づいて、複数の電磁アクチュエータ13のそれぞれを駆動制御することにより、減衰動作に係る駆動力（減衰力）を発生させる駆動制御機能を有する。

こうした駆動制御機能を実現するために、ECU15は、図3に示すように、情報取得部43、減衰力算出部45、駆動力演算部47、及び駆動制御部49を備えて構成されている。

10

【0026】

情報取得部43は、図3に示すように、レゾルバ37で検出された電動モータ31の回転角信号をストローク位置に係る時系列情報として取得すると共に、ストローク位置に係る時系列情報を時間微分することでストローク速度SVの情報を取得する。

【0027】

また、情報取得部43は、図3に示すように、ばね上加速度センサ40で検出されたばね上加速度に係る時系列情報を取得すると共に、ばね上加速度に係る時系列情報を時間積分することでばね上速度の情報を取得する。さらに、情報取得部43は、図3に示すように、車速センサ41で検出した車速の情報、ヨーレイトセンサ42で検出したヨーレイトの情報をそれぞれ取得する。

20

【0028】

情報取得部43で取得したストローク速度SVの情報、ばね上速度の情報、車速及びヨーレイトの情報は、減衰力算出部45へそれぞれ送られる。

【0029】

減衰力算出部45は、基本的には、情報取得部43で取得したストローク速度SVの情報に応じて変化する基準減衰力の関係情報である基準減衰力マップ51を参照して、電磁アクチュエータ13に係る減衰動作の目標値である目標減衰力の候補と目される基準減衰力を算出する機能を有する。なお、基準減衰力の値は、実際には、基準減衰力制御電流の値として記憶されている。

【0030】

また、減衰力算出部45は、ストローク速度SVのうちの高周波成分の減衰力を十分に確保しつつ、車両10の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制する目的で、目標減衰力を適切に補正するための補正減衰力を算出する機能を有する。

【0031】

ECU15に備わる減衰力算出部45の実施態様としては、ローパスフィルタ53を用いる第1実施例に係る減衰力算出部45A1（図4A参照）と、ハイパスフィルタ56を用いる第2実施例に係る減衰力算出部45B1（図4D参照）と、がある。なお、第1及び第2実施例に係る減衰力算出部45A1、45B1を総称する場合、単に「減衰力算出部45」と呼ぶ。

【0032】

〔第1実施例に係る減衰力算出部45A1の内部構成〕

第1実施例に係る減衰力算出部45A1は、図4Aに示すように、基準減衰力マップ51、ローパスフィルタ（LPF）53、減算部55、補正減衰力算出部57、及び加算部59を備えて構成されている。

【0033】

基準減衰力マップ51には、図4A及び図4Bに示すように、情報取得部43で取得したストローク速度SVの変化に対応付けて大きさが変化する基準減衰力の値が記憶されている。基準減衰力の値は、実際には、基準減衰力制御電流の値として記憶されている。

【0034】

第1実施例に係る減衰力算出部45A1は、情報取得部43で取得したストローク速度

50

S V、及び基準減衰力マップ 5 1 の記憶内容に基づいて、基準減衰力を算出する。

減衰力算出部 4 5 で算出された基準減衰力は加算部 5 9 へ送られる。

【0035】

基準減衰力とは、ストローク速度 S V の変化に対応するように予め設定された基準となる減衰力である。

本発明では、ストローク速度 S V のうちの低周波成分を抑制（除去）する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度 S V の情報（高周波成分）に基づいて補正減衰力を算出し、算出した補正減衰力を用いて基準減衰力に対する補正が行われる。

これにより、システム共振点付近の振動抑制に有利な、ストローク速度 S V のうちの高周波成分の減衰力を十分に確保しつつ、車両 1 0 の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制可能な目標減衰力が得られる。

10

【0036】

基準減衰力マップ 5 1 に係るストローク速度 S V の変化領域は、図 4 B に示すように、常用領域 S V 1、及び非常用領域 S V 2 から構成されている。常用領域 S V 1 は、ストローク速度 S V が常用速度閾値 S V T h 以下（ $|S V - S V T h| \leq 0$ ）の速度領域である。通常の走行シーンにおいて、ストローク速度 S V のほとんどが常用領域 S V 1 に収束する。

【0037】

なお、常用速度閾値 S V T h としては、ストローク速度 S V の確率密度関数を実験・シミュレーション等を通じて評価し、当該評価結果を参照すると共に、常用領域 S V 1 及び非常用領域 S V 2 のそれぞれに出現するストローク速度 S V の分配比率が、予め定められる分配比率を充足することを考慮して、適宜の値を設定すればよい。

20

【0038】

常用領域 S V 1 における基準減衰力マップ 5 1 に係る基準減衰力特性は、図 4 B に示すように、ストローク速度 S V が伸び側を指向して大きくなるほど縮み側を指向する基準減衰力が略線形に大きくなる一方、ストローク速度 S V が縮み側を指向して大きくなるほど伸び側を指向する基準減衰力が略線形に大きくなる特性を有する。この特性は、従来用いられてきた油圧ダンパの減衰特性になっている。なお、ストローク速度 S V がゼロの場合、それに対応する基準減衰力もゼロとなる。

【0039】

また、非常用領域 S V 2 における基準減衰力マップ 5 1 に係る基準減衰力特性は、図 4 B に示すように、常用領域 S V 1 における基準減衰力マップ 5 1 に係る基準減衰力特性と同様に、ストローク速度 S V が伸び側を指向して大きくなるほど縮み側を指向する基準減衰力が略線形に大きくなる一方、ストローク速度 S V が縮み側を指向して大きくなるほど伸び側を指向する基準減衰力が略線形に大きくなる特性を有する。

30

【0040】

ただし、非常用領域 S V 2 における基準減衰力マップ 5 1 に係る基準減衰力特性の傾きは、図 4 B に示すように、常用領域 S V 1 における基準減衰力マップ 5 1 に係る基準減衰力特性の傾きと比べて、緩やかに傾く特性に設定されている。

なお、基準減衰力マップ 5 1 は、第 1 及び第 2 実施例に係る減衰力算出部 4 5 A 1、4 5 B 1 において共通に適用される。

40

【0041】

ここで、電動サスペンション装置 1 1 では、同システムに備わる電磁アクチュエータ 1 3 の駆動に伴って生じる慣性モーメント（イナーシャ）と剛性に由来する、システム共振点（共振周波数 f_{rs} はおよそ 4 0 ~ 1 0 0 H z 程度：図 4 C 参照）付近の共振振動が強く現れる。

【0042】

仮に、システム共振点付近の振動抑制効果を狙って減衰力に係る制御量を全ての周波数帯域にわたって増やすと、システム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて低い周波数帯域では、減衰力に係る制御量の増大に伴ってダンピング特性が硬くなる側に振れてしまう。

50

その結果、車両 10 の乗り心地が損なわれるという問題を生じる。

【0043】

そこで、本発明に係る電動サスペンション装置 11 では、車両の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動抑制効果を十分に得るために、LPF53、減算部 55、及び補正減衰力算出部 57 を備えることによって、目標減衰力の大きさを補正するための補正減衰力を算出する。

【0044】

すなわち、ローパスフィルタ (LPF) 53 は、情報取得部 43 で取得したストローク速度 SV のうちの低周波成分を抽出するローパスフィルタ処理機能を有する。LPF53 は、例えばデジタルフィルタによって構成される。LPF53 のカットオフ周波数 f_c としては、図 4C に示すように、電動サスペンション装置 11 のシステム共振点に係る周波数 f_{rs} と比べて低い周波数 (図 4C に示す例では 30 Hz) が設定される。

【0045】

減算部 55 は、情報取得部 43 で取得したストローク速度 SV から、LPF53 で抽出された低周波成分を減算する。これにより、ストローク速度 SV のうち低周波成分が除去されて高周波成分が残留するように、ストローク速度 SV に対する周波数整形が行われる。減算部 55 が出力する周波数整形後のストローク速度 SV_afs の情報は、補正減衰力算出部 57 に入力される。

【0046】

補正減衰力算出部 57 は、電動サスペンション装置 11 に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力を、周波数整形後のストローク速度 SV_afs を引数とする補正減衰力マップ Fmp に基づいて算出する。補正減衰力マップ Fmp には、周波数整形後のストローク速度 SV_afs の変化に応じて変化する補正減衰力の関係情報が記憶されている。補正減衰力マップ Fmp は、本発明の「補正減衰力関数」に相当する。

補正減衰力算出部 57 で算出された補正減衰力は加算部 59 へ送られる。

【0047】

〔第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 の内部構成〕

次に、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 について、第 1 実施例に係る減衰力算出部 45A1 との相違点に注目し、図 4D ~ 図 4E を参照して説明する。

図 4D は、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 の内部構成を概念的に表す図である。図 4E は、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 に備わるハイパスフィルタ 56 のゲイン及び位相の周波数特性を表す説明図である。

【0048】

第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 は、図 4D に示すように、基準減衰力マップ 51、ハイパスフィルタ (HPF) 56、補正減衰力算出部 57、及び加算部 59 を備えて構成されている。

【0049】

ハイパスフィルタ (HPF) 56 は、情報取得部 43 で取得したストローク速度 SV のうちの高周波成分を抽出するハイパスフィルタ処理機能を有する。このハイパスフィルタ処理により、ストローク速度 SV のうち低周波成分が除去されて高周波成分が残留するように、ストローク速度 SV に対する周波数整形が行われる。

HPF56 は、例えばデジタルフィルタによって構成される。HPF56 のカットオフ周波数 f_c としては、図 4E に示すように、電動サスペンション装置 11 のシステム共振点に係る周波数 f_{rs} と比べて低い周波数 (図 4E に示す例では 30 Hz) が設定される。

【0050】

なお、第 1 実施例に係る減衰力算出部 45A1 における減算部 55 が出力する周波数整形後のストローク速度 SV_afs の情報と、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45B1 におけるハイパスフィルタ処理による周波数整形後のストローク速度 SV の情報とは、実質的に同一又は類似している。

これは、ストローク速度 SV のうちの高周波成分の減衰力を十分に確保しつつ、車両 1

10

20

30

40

50

0の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制する本発明の目的を、ローパスフィルタ53を用いる第1実施例に係る減衰力算出部45A1、又はハイパスフィルタ56を用いる第2実施例に係る減衰力算出部45B1（図4D参照）のいずれかで達成できることを意味する。

【0051】

補正減衰力算出部57は、ハイパスフィルタ処理による周波数整形後のストローク速度SVの情報に基づいて補正減衰力を算出する機能を有する。

なお、補正減衰力算出部57及び加算部59は、第1及び第2実施例に係る減衰力算出部45A1、45B1において共通の役割を果たす。

補正減衰力算出部57で算出された補正減衰力は加算部59へ送られる。

10

【0052】

〔実施例1～3に係る補正減衰力マップFmp1～3〕

ここで、第1及び第2実施例に係る減衰力算出部45A1、45B1において周波数整形後のストローク速度SV_afsに適用される、実施例1～3に係る補正減衰力マップFmp1～3について、図5A～図5Cを参照して説明する。図5A～図5Cは、目標減衰力を補正するための補正減衰力を算出する際に参照される実施例1～3に係る補正減衰力マップFmp1～3の説明図である。

なお、実施例1～3に係る補正減衰力マップFmp1～3は、第1及び第2実施例に係る減衰力算出部45A1、45B1において共通に適用される。

【0053】

20

実施例1に係る補正減衰力マップFmp1としては、例えば図5Aに示すように、周波数整形後のストローク速度SV_afsが伸び側を指向して大きくなるほど縮み側を指向する補正減衰力が線形に大きくなる一方、周波数整形後のストローク速度SV_afsが縮み側を指向して大きくなるほど伸び側を指向する補正減衰力が線形に大きくなる特性を有する構成を採用してもよい。

これは、周波数整形後のストローク速度SV_afsに対し、所定の共振抑制ゲイン（固定値）を乗算することにより、補正減衰力を得ることと同義である。

【0054】

また、実施例2に係る補正減衰力マップFmp2として、図5Bに示すように、基準減衰力マップ51に係るストローク速度SVー基準減衰力特性に類似した、周波数整形後のストローク速度SV_afsー補正減衰力特性を有する構成を採用してもよい。

30

【0055】

また、実施例3に係る補正減衰力マップFmp3として、図5Cに示すように、周波数整形後のストローク速度SV_afsの常用領域では、ストローク速度SV_afsが伸び側を指向して大きくなるほど縮み側を指向する補正減衰力が線形に大きくなる一方、ストローク速度SV_afsが縮み側を指向して大きくなるほど伸び側を指向する補正減衰力が線形に大きくなる特性を有する構成を採用してもよい。

【0056】

この場合、周波数整形後のストローク速度SV_afsの非常用領域では、ストローク速度SV_afsが伸び側を指向して大きくなっても、縮み側を指向する補正減衰力が固定値（制限閾値）を呈する一方、ストローク速度SV_afsが縮み側を指向して大きくなっても、伸び側を指向する補正減衰力が固定値（制限閾値）を呈する特性を有する。

40

なお、本明細書において、実施例1～3に係る補正減衰力マップFmp1～Fmp3を総称する場合、補正減衰力マップFmpと呼ぶ場合がある。

【0057】

図4Aに戻って第1実施例に係る減衰力算出部45の説明を続けると、加算部59は、第1実施例に係る減衰力算出部45で算出した基準減衰力と、補正減衰力算出部57で算出した補正減衰力とを加算することにより、目標減衰力を求める。すなわち、補正減衰力算出部57で算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【0058】

50

一方、図４Ｄに戻って第２実施例に係る減衰力算出部４５の説明を続けると、加算部５９は、第２実施例に係る減衰力算出部４５で算出した基準減衰力と、補正減衰力算出部５７で算出した補正減衰力とを加算することにより、目標減衰力を求める。すなわち、補正減衰力算出部５７で算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【００５９】

駆動力演算部４７は、減衰力算出部４５で算出された目標減衰力に基づく目標駆動力を求めると共に、目標駆動力を実現するための駆動制御信号を演算により求める。駆動力演算部４７の演算結果である駆動制御信号は、駆動制御部４９へ送られる。

【００６０】

駆動制御部４９は、駆動力演算部４７から送られてきた駆動制御信号に従って、複数の電磁アクチュエータ１３のそれぞれに備わる電動モータ３１に駆動制御電力を供給することにより、複数の電磁アクチュエータ１３の駆動制御をそれぞれ独立して行う。

なお、電動モータ３１に供給される駆動制御電力を生成するに際し、例えば、インバータ制御回路を好適に用いることができる。

【００６１】

〔本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置１１の動作〕

次に、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置１１の動作について、図６を参照して説明する。図６は、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置１１の動作説明に供するフローチャート図である。

【００６２】

図６に示すステップＳ１１（ストローク位置取得）において、ＥＣＵ１５の情報取得部４３は、レゾルバ３７で検出された電動モータ３１の回転角信号をストローク位置に係る時系列情報として取得する。

【００６３】

ステップＳ１２（ストローク速度取得）において、ＥＣＵ１５の情報取得部４３は、ステップＳ１１で取得したストローク位置に係る時系列情報を時間微分することでストローク速度ＳＶの情報を取得する。こうして取得したストローク速度ＳＶの情報は、減衰力算出部４５へ送られる。

【００６４】

ステップＳ１３（基準減衰力算出）において、ＥＣＵ１５の減衰力算出部４５は、ステップＳ１２で取得したストローク速度ＳＶの情報、及び基準減衰力マップ５１を参照して、目標減衰力の候補と目される基準減衰力を算出する。こうして算出した基準減衰力の情報は、減衰力算出部４５の加算部５９へ送られる。

【００６５】

ステップＳ１４（補正減衰力算出）において、ＥＣＵ１５に備わる第１実施例に係る減衰力算出部４５Ａ１に属するＬＰＦ５３は、ステップＳ１２で取得したストローク速度ＳＶのうちの低周波成分を抽出する。

次いで、第１実施例に係る減衰力算出部４５Ａ１に属する減算部５５は、ステップＳ１２で取得したストローク速度ＳＶから、ＬＰＦ５３で抽出された低周波成分を減算する。これにより、ストローク速度ＳＶのうち低周波成分が除去され高周波成分が残留するように、ストローク速度ＳＶに対する周波数整形が行われる。

次いで、第１実施例に係る減衰力算出部４５Ａ１に属する補正減衰力算出部５７は、周波数整形後のストローク速度ＳＶ_{afs}を引数とする補正減衰力マップＦ_{mp}電動サスペンション装置１１に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力を算出する。

【００６６】

また、ステップＳ１４（補正減衰力算出）において、ＥＣＵ１５に備わる第２実施例に係る減衰力算出部４５Ｂ１に属するＨＰＦ５６は、ステップＳ１２で取得したストローク速度ＳＶのうちの高周波成分を抽出するハイパスフィルタ処理を実行する。これにより、ストローク速度ＳＶのうち低周波成分が除去されて高周波成分が残留するように、ストローク速度ＳＶに対する周波数整形が行われる。

10

20

30

40

50

次いで、第2実施例に係る減衰力算出部45B1に属する補正減衰力算出部57は、周波数整形後のストローク速度SV_afsを引数とする補正減衰力マップFmpを参照して、電動サスペンション装置11に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力を算出する。

【0067】

ステップS15（目標減衰力算出処理）において、ECU15の減衰力算出部45に備わる加算部59は、ステップS13で算出した基準減衰力と、ステップS14で算出した補正減衰力とを加算することにより、目標減衰力を算出する。すなわち、減衰力算出部45は、補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行うことによって、目標減衰力を算出する。

10

【0068】

ステップS16（駆動力演算処理）において、ECU15の駆動力演算部47は、ステップS15で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を求めると共に、目標駆動力を実現するための駆動制御信号を演算により求める。

【0069】

ステップS17において、ECU15の駆動制御部49は、ステップS16の演算により求められた駆動制御信号に従って、複数の電磁アクチュエータ13のそれぞれに備わる電動モータ31に駆動制御電力を供給することにより、複数の電磁アクチュエータ13の駆動制御を行う。

20

【0070】

〔ECU15に備わる第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2の内部構成〕

次に、本発明の電動サスペンション装置11のECU15に備わる第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2の内部構成について、図7Aを参照して説明する。図7Aは、ECU15に備わる第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2の内部構成を概念的に表す図である。

【0071】

図4Aに示す第1実施例に係る減衰力算出部45A1と、図7Aに示す第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2とは、共通の構成部分が多く存在する。

【0072】

そこで、第1実施例に係る減衰力算出部45A1と、第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2との相違部分に注目し、主として当該相違部分について説明することで、第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2を備える電動サスペンション装置11の構成の説明に代えることとする。

30

【0073】

第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2を備える電動サスペンション装置11は、情報取得部43が車速の情報、及び車両10の駆動力を発生する駆動力発生装置（不図示）の状態の情報をさらに取得する点、並びに、ECU15に備わる第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2に属する補正減衰力算出部57は、情報取得部43で取得した車速の情報、及び駆動力発生装置の状態の情報をそれぞれ入力し、当該入力した情報のうち少なくともいずれか一の情報に基づいて補正減衰力マップFmpの特性を調整（特性の変更を含む）する点で、第1実施例に係る減衰力算出部45A1を備える電動サスペンション装置11と相違している。

40

【0074】

なお、第1実施例の変形例に係る減衰力算出部45A2を備える電動サスペンション装置11の作用効果については後記する。

【0075】

〔ECU15に備わる第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2の内部構成〕

次に、本発明の電動サスペンション装置11のECU15に備わる第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2の内部構成について、図8Aを参照して説明する。図8Aは、ECU15に備わる第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2の内部構成を概念

50

的に表す図である。

【0076】

図4Dに示す第2実施例に係る減衰力算出部45B1と、図8Aに示す第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2とは、共通の構成部分が多く存在する。

【0077】

そこで、第2実施例に係る減衰力算出部45B1と、第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2との相違部分に注目し、主として当該相違部分について説明することで、第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2を備える電動サスペンション装置11の構成の説明に代えることとする。

【0078】

第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2を備える電動サスペンション装置11は、情報取得部43が車速の情報、及び車両10の駆動力を発生する駆動力発生装置（不図示）の状態の情報をさらに取得する点、並びに、ECU15に備わる第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2に属する補正減衰力算出部57は、情報取得部43で取得した車速の情報、及び駆動力発生装置の状態の情報の少なくともいずれか一方を入力し、当該入力した情報に基づいて補正減衰力マップ F_{mp} の特性を調整（特性の変更を含む）する点で、第2実施例に係る減衰力算出部45B1を備える電動サスペンション装置11と相違している。

【0079】

なお、第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2を備える電動サスペンション装置11の作用効果については後記する。

【0080】

〔本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置11の作用効果〕

前提として、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置11では、同システムに備わる電磁アクチュエータ13の駆動に伴って生じる慣性モーメント（イナーシャ）等に由来する、システム共振点（共振周波数 f_{rs} はおよそ40～100Hz程度）付近の共振振動が強く現れる。

仮に、システム共振点付近の振動抑制効果を狙って減衰力に係る制御量を全ての周波数帯域にわたって増やすと、システム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて低い周波数帯域（ $f < f_{rs}$ ）では、減衰力に係る制御量の増大に伴ってダンピング特性が硬くなる側に振

【0081】

そこで、第1の観点に基づく電動サスペンション装置11は、車両10の車体と車輪の間に設けられ、車体の減衰動作に係る駆動力を発生させる電磁アクチュエータ13と、電磁アクチュエータ13のストローク速度SVの情報を取得する情報取得部43と、情報取得部43で取得したストローク速度SVの情報に基づいて電磁アクチュエータ13の減衰動作の目標値である目標減衰力を算出する減衰力算出部45と、減衰力算出部45で算出した目標減衰力に基づく目標駆動力を用いて電磁アクチュエータ13の駆動制御を行う駆動制御部49と、を備える。

減衰力算出部45は、ストローク速度SVのうちの低周波成分を抑制する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度SV_afsの情報に基づいて補正減衰力を算出し、算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

第1の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第1実施例に係る減衰力算出部45A1（図4A参照）を備える電動サスペンション装置11に相当する。

【0082】

第1の観点に基づく電動サスペンション装置11では、減衰力算出部45は、ストローク速度SVのうちの低周波成分を抑制する周波数整形を行い、当該周波数整形後のストローク速度SV_afsの情報に基づいて補正減衰力を算出し、算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

これにより、システム共振点付近の振動抑制に有利な高周波成分の減衰力を十分に確保

10

20

30

40

50

しつつ、車両 10 の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制可能な目標減衰力が得られる。

【0083】

第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、車両 10 の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。その結果、共振振動に由来する騒音を抑制して車室内の静音性を保つことができる。

【0084】

また、第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、電磁アクチュエータ 13 と、情報取得部 43 と、減衰力算出部 45 と、駆動制御部 49 と、を備える。

減衰力算出部 45 は、ストローク速度 SV のうちの低周波成分を抽出するローパスフィルタ 53 と、前記抽出された低周波成分をストローク速度 SV から減算する減算部 55 と、前記減算による周波数整形後のストローク速度 SV_{afs} に基づいて補正減衰力を算出する補正減衰力算出部 57 と、を備え、当該算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、第 1 実施例に係る減衰力算出部 45 A1 (図 4 A 参照) を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0085】

第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、減衰力算出部 45 の具体的な構成として、減衰力算出部 45 は、ローパスフィルタ 53 と、減算部 55 と、補正減衰力算出部 57 と、を備える旨に言及している点が、第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と比べて相違している。

【0086】

すなわち、第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、減衰力算出部 45 において、ローパスフィルタ 53 は、ストローク速度 SV のうちの低周波成分を抽出する。減算部 55 は、前記抽出された低周波成分をストローク速度 SV から減算する。補正減衰力算出部 57 は、前記減算による周波数整形後のストローク速度 SV_{afs} に基づいて補正減衰力を算出する。そして、減衰力算出部 45 は、前記算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【0087】

第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、車両 10 の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。その結果、共振振動に由来する騒音を抑制して車室内の静音性を保つことができる。

【0088】

また、第 3 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 又は第 2 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、電磁アクチュエータ 13 と、情報取得部 43 と、減衰力算出部 45 と、駆動制御部 49 と、を備える。

減衰力算出部 45 は、ストローク速度 SV のうちの高周波成分を抽出する処理を行うハイパスフィルタ 56 と、前記処理による周波数整形後のストローク速度 SV_{afs} に基づいて補正減衰力を算出する補正減衰力算出部 57 と、を備え、当該算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

第 3 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45 B1 (図 4 D 参照) を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0089】

第 3 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、減衰力算出部 45 の具体的な構成として、減衰力算出部 45 は、ハイパスフィルタ 56 と、補正減衰力算出部 57 と、を備える旨に言及している点が、第 1 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と比べて相違している。

10

20

30

40

50

【0090】

すなわち、第3の観点に基づく電動サスペンション装置11では、減衰力算出部45において、ハイパスフィルタ56は、ストローク速度SVのうちの高周波成分を抽出する処理を行う。補正減衰力算出部57は、前記処理による周波数整形後のストローク速度SV_afsに基づいて補正減衰力を算出する。そして、減衰力算出部45は、前記算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【0091】

第3の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、第2の観点に基づく電動サスペンション装置11と同様に、車両10の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。その結果、共振振動に由来する騒音を抑制して車室内の静音性を保つことができる。

10

【0092】

また、第4の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第2の観点に基づく電動サスペンション装置11であって、ローパスフィルタ53のカットオフ周波数fcは、図4Cに示すように、電動サスペンション装置11のシステム共振点に係る共振周波数frsと比べて低い周波数が設定される。

第4の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第1実施例に係る減衰力算出部45A1（図4A参照）を備える電動サスペンション装置11に相当する。

【0093】

つまり、システム共振点に係る共振周波数frsと比べて低いカットオフ周波数fcが設定されたローパスフィルタ53の働きによって、ストローク速度SVのうちシステム共振点に係る共振周波数frsと比べて低い周波数成分が抽出される。当該抽出された低周波成分は、減算部55においてストローク速度SVから減算される。当該減算による周波数整形後のストローク速度SV_afsに基づいて、補正減衰力算出部57において、電動サスペンション装置11に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力が算出される。そして、減衰力算出部45は、前記算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

20

【0094】

第4の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、ローパスフィルタ53のカットオフ周波数fcは、電動サスペンション装置11のシステム共振点に係る共振周波数frsと比べて低い周波数が設定されるため、第2の観点に基づく電動サスペンション装置11と同様に、車両10の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。その結果、共振振動に由来する騒音を抑制して車室内の静音性を保つことができる。

30

【0095】

また、第5の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第2の観点に基づく電動サスペンション装置11であって、補正減衰力算出部57は、ローパスフィルタ53及び減算部55を用いた周波数整形後のストローク速度SV_afsを引数とする補正減衰力マップ（補正減衰力関数）Fmpに基づいて算出する構成を採用してもよい。

第5の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第1実施例に係る減衰力算出部45A1（図4A参照）を備える電動サスペンション装置11に相当する。

40

【0096】

第5の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、補正減衰力算出部57は、ローパスフィルタ53及び減算部55を用いた周波数整形後のストローク速度SV_afsを引数とする補正減衰力マップ（補正減衰力関数）Fmpに基づいて補正減衰力を算出するため、算出された補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行うことによって、システム共振点付近の振動抑制に有利な、ストローク速度SVのうちの高周波成分の減衰力を十分に確保しつつ、車両10の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制可能な目標減衰力を適確に得ることができる。

【0097】

一方、第6の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第3の観点に基づく電動サ

50

スペンション装置 11 であって、ハイパスフィルタ 56 のカットオフ周波数 f_c は、電動サスペンション装置 11 のシステム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて低い周波数が設定される。

第 6 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 2 実施例に係る減衰力算出部 45 B 1 (図 4 D 参照) を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0098】

つまり、システム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて低いカットオフ周波数 f_c が設定されたハイパスフィルタ 56 の働きによって、ストローク速度 S_V のうちシステム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて高い周波数成分を抽出する処理が行われる。当該処理による周波数整形後のストローク速度 S_{V_afs} に基づいて、補正減衰力算出部 57 において、電動サスペンション装置 11 に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力が算出される。そして、減衰力算出部 45 は、前記算出した補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行う。

【0099】

第 6 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、ハイパスフィルタ 56 のカットオフ周波数 f_c は、電動サスペンション装置 11 のシステム共振点に係る共振周波数 f_{rs} と比べて低い周波数が設定されるため、第 3 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、車両 10 の乗り心地を良好に保ちながら、システム共振点付近の振動を適切に抑制することができる。その結果、共振振動に由来する騒音を抑制して車室内の静音性を保つことができる。

【0100】

また、第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 6 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、補正減衰力算出部 57 は、ハイパスフィルタ 56 を用いた周波数整形後のストローク速度 S_{V_afs} を引数とする補正減衰力マップ (補正減衰力関数) F_{mp} に基づいて算出する構成を採用してもよい。

【0101】

第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、ハイパスフィルタ 56 を用いた周波数整形後のストローク速度 S_{V_afs} を引数とする補正減衰力マップ (補正減衰力関数) F_{mp} に基づいて補正減衰力を算出するため、算出された補正減衰力を用いて目標減衰力の補正を行うことによって、システム共振点付近の振動抑制に有利な、ストローク速度 S_V のうちの高周波成分の減衰力を十分に確保しつつ、車両 10 の乗り心地を損なわせてしまう低周波成分の減衰力を低く抑制可能な目標減衰力を適確に得ることができる。

【0102】

また、第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 5 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車速の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいて補正減衰力マップ (補正減衰力関数) F_{mp} の特性を調整する構成を採用してもよい。

第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 A 2 (図 7 A 参照) を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0103】

第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいて補正減衰力マップ (補正減衰力関数) F_{mp2} の特性を調整する。

具体的には、例えば、車速が低車速領域 (停止を含む) に存するケースでの車両 10 の走行音は、車速が (高車速) 領域に存するケースでの車両 10 の走行音と比べて小さい。そのため、車速が (低車速) 領域に存するケースでは、車速が (高車速) 領域に存するケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる。

【0104】

一方、車速が（高車速）領域に存するケースでの車両 10 の走行音は、車速が（低車速）領域に存するケースでの車両 10 の走行音と比べて大きい。そのため、車速が（高車速）領域に存するケースでは、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、静音性に対して、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる。

【0105】

そこで、第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、図 7 B に示すように、車速が（低車速）領域に存するケース（車両 10 の走行音が小さいため、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる）での補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を、車速が（高車速）領域に存するケースでの補正減衰力マップ F_{mp2} の特性と比べて補正減衰力が大きくなるように調整する。

10

すると、車速が（低車速）領域に存するケースにおいて、車速が（高車速）領域に存するケースと比べて電動サスペンション装置 11 の減衰制御量が増大する。

その結果、車速が（低車速）領域に存するケースにおいて、車速が（高車速）領域に存するケースと比べて共振振動に由来する騒音が十分に抑制されるため、車室内の静音性を高めることができる。

【0106】

一方、第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、図 7 B に示すように、車速が（高車速）領域に存するケース（静音性に対して、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる）での補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を、車速が（低車速）領域に存するケースでの補正減衰力マップ F_{mp2} の特性と比べて補正減衰力が小さくなるように調整する。

20

すると、車速が（高車速）領域に存するケースにおいて、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて電動サスペンション装置 11 の減衰制御量が低減する。

その結果、車速が（高車速）領域に存するケースにおいて、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することができる。

30

【0107】

第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいて補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を適宜調整するため、第 5 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 の作用効果に加えて、車速に応じて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

【0108】

また、第 9 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 5 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車両 10 の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいて補正減衰力マップ（補正減衰力関数） F_{mp2} の特性を調整する構成を採用してもよい。

40

第 9 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 A 2（図 7 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0109】

第 9 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいて補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を適宜調整する。

具体的には、例えば、車両 10 がハイブリッド（HV）車両である場合において、駆動

50

力発生装置の状態が、電動機を用いて駆動力を発生（エンジン駆動なし）するEV駆動モード（主として低速側）であるケースでの車両10の走行音は、駆動力発生装置の状態が、内燃機関エンジンを用いて駆動力を発生（エンジン駆動あり）するHV駆動モード（主として高速側）であるケースでの車両10の走行音と比べて小さい。そのため、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースでは、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースと比べて、電動サスペンション装置11の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる。

【0110】

一方、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースでの車両10の走行音は、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースでの車両10の走行音と比べて大きい。そのため、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースでは、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースと比べて、電動サスペンション装置11の減衰制御を行う際において、静音性に対して、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる。

10

【0111】

そこで、第9の観点に基づく電動サスペンション装置11では、補正減衰力算出部57は、図7Cに示すように、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケース（車両10の走行音が小さいため、電動サスペンション装置11の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる）での補正減衰力マップFmp2の特性を、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースでの補正減衰力マップFmp2の特性と比べて補正減衰

20

力が大きくなるように調整する。

すると、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースと比べて電動サスペンション装置11の減衰制御量が増大する。

その結果、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースと比べて共振振動に由来する騒音が十分に抑制されるため、車室内の静音性を高めることができる。

【0112】

一方、第9の観点に基づく電動サスペンション装置11では、補正減衰力算出部57は、図7Cに示すように、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケース（静音性に対して、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる）での補正減衰力マップFmp2の特性を、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースでの補正減衰力マップFmp2の特性と比べて補正減衰力が小さくなるように調整する。

30

すると、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースと比べて電動サスペンション装置11の減衰制御量が低減する。

その結果、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースと比べて、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することができる。

40

【0113】

第9の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、補正減衰力算出部57は、情報取得部43で取得した駆動力発生装置の状態に基づいて補正減衰力マップFmp2の特性を適宜調整するため、第5の観点に基づく電動サスペンション装置11の作用効果に加えて、駆動力発生装置の状態に応じて、電動サスペンション装置11の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

【0114】

また、第10の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第7の観点に基づく電動

50

サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車速の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいて補正減衰力マップ（補正減衰力関数） F_{mp2} の特性を調整する構成を採用してもよい。

第 10 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 2 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 B 2（図 8 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0115】

第 10 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、第 8 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、情報取得部 43 で取得した車速に基づいて補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を適宜調整（図 7 B 参照）するため、第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 の作用効果に加えて、車速に応じて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

10

【0116】

また、第 11 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車両 10 の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいて補正減衰力マップ（補正減衰力関数） F_{mp2} の特性を調整する構成を採用してもよい。

第 11 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 2 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 B 2（図 8 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

20

【0117】

第 11 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、第 9 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいて補正減衰力マップ F_{mp2} の特性を適宜調整（図 7 C 参照）するため、第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 の作用効果に加えて、駆動力発生装置の状態に応じて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

30

【0118】

また、第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 4 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車速の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいてローパスフィルタ 53 のカットオフ周波数 f_c を調整する構成を採用してもよい。

第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 A 2（図 7 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0119】

第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいてローパスフィルタ 53 のカットオフ周波数 f_c を適宜調整する。

40

具体的には、前記したとおり、車速が（低車速）領域に存するケースでは、車速が（高車速）領域に存するケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる。

【0120】

一方、前記したとおり、車速が（高車速）領域に存するケースでは、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、静音性に対して、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる。

【0121】

50

そこで、第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、図 7 D に示すように、車速が（低車速）領域に存するケース（車両 10 の走行音が小さいため、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる）でのカットオフ周波数 f_{c1} （図 7 D の例では $f_{c1} = 15 \text{ Hz}$ ）を、車速が（高車速）領域に存するケースでのカットオフ周波数 f_{c2} （図 7 D の例では $f_{c2} = 30 \text{ Hz}$ ）と比べて低くなるように調整する。

すると、振動減衰制御対象となる周波数帯域が広がる結果として、車速が（低車速）領域に存するケースにおいて、車速が（高車速）領域に存するケースと比べて電動サスペンション装置 11 の減衰制御量が増大する。

その結果、車速が（低車速）領域に存するケースにおいて、車速が（高車速）領域に存するケースと比べて共振振動に由来する騒音が十分に抑制されるため、車室内の静音性を高めることができる。

【0122】

一方、第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、図 7 D に示すように、車速が（高車速）領域に存するケース（静音性に対して、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる）でのカットオフ周波数 f_{c2} を、車速が（低車速）領域に存するケースでのカットオフ周波数 f_{c1} と比べて高くなるように調整する。

すると、車速が（高車速）領域に存するケースにおいて、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて電動サスペンション装置 11 の減衰制御量が低減する。

その結果、車速が（高車速）領域に存するケースにおいて、車速が（低車速）領域に存するケースと比べて、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することができる。

【0123】

第 12 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した車速に基づいてカットオフ周波数 f_c を適宜調整（図 7 D 参照）するため、第 4 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 の作用効果に加えて、車速に応じて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

【0124】

また、第 13 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 4 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車両 10 の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいてカットオフ周波数 f_c を調整する構成を採用してもよい。

第 13 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 A 2（図 7 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0125】

第 13 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 では、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいてカットオフ周波数 f_c を適宜調整する。

具体的には、前記したとおり、駆動力発生装置の状態が EV 駆動モードであるケースでは、駆動力発生装置の状態が HV 駆動モードであるケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる。

【0126】

一方、駆動力発生装置の状態が HV 駆動モードであるケースでは、駆動力発生装置の状態が EV 駆動モードであるケースと比べて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御を行う際において、静音性に対して、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる。

【0127】

そこで、第13の観点に基づく電動サスペンション装置11では、補正減衰力算出部57は、図7Eに示すように、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケース（車両10の走行音が小さいため、電動サスペンション装置11の減衰制御を行う際において、より一層の静音性が求められる）でのカットオフ周波数 f_{c1} （図7Eの例では $f_{c1}=15\text{ Hz}$ ）を、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースでのカットオフ周波数 f_{c2} （図7Eの例では $f_{c2}=30\text{ Hz}$ ）と比べて低くなるように調整する。

すると、振動減衰制御対象となる周波数帯域が広まる結果として、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースと比べて電動サスペンション装置11の減衰制御量が増大する。

10

その結果、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースと比べて共振振動に由来する騒音が十分に抑制されるため、車室内の静音性を高めることができる。

【0128】

一方、第13の観点に基づく電動サスペンション装置11では、補正減衰力算出部57は、図7Eに示すように、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケース（静音性に対して、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することが求められる）でのカットオフ周波数 f_{c2} を、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースでのカットオフ周波数 f_{c1} と比べて高くなるように調整する。

20

すると、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースにおいて、振動減衰制御対象となる周波数帯域が狭まる結果として、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースと比べて電動サスペンション装置11の減衰制御量が低減する。

その結果、駆動力発生装置の状態がHV駆動モードであるケースにおいて、駆動力発生装置の状態がEV駆動モードであるケースと比べて、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現することができる。

【0129】

第13の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、補正減衰力算出部57は、情報取得部43で取得した駆動力発生装置の状態に基づいてカットオフ周波数 f_c を適宜調整（図7E参照）するため、第4の観点に基づく電動サスペンション装置11の作用効果に加えて、駆動力発生装置の状態に応じて、電動サスペンション装置11の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

30

【0130】

また、第14の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第6の観点に基づく電動サスペンション装置11であって、情報取得部43は、車速の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部57は、情報取得部43で取得した車速に基づいてハイパスフィルタ56のカットオフ周波数 f_c を調整する構成を採用してもよい。

第14の観点に基づく電動サスペンション装置11は、第2実施例の変形例に係る減衰力算出部45B2（図8A参照）を備える電動サスペンション装置11に相当する。

40

【0131】

第14の観点に基づく電動サスペンション装置11によれば、補正減衰力算出部57は、第12の観点に基づく電動サスペンション装置11と同様に、情報取得部43で取得した車速に基づいてカットオフ周波数 f_c を適宜調整（図8A参照）するため、第6の観点に基づく電動サスペンション装置11の作用効果に加えて、車速に応じて、電動サスペンション装置11の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両10の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

【0132】

50

また、第 15 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 6 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、情報取得部 43 は、車両 10 の駆動力を発生する駆動力発生装置の状態の情報をさらに取得し、補正減衰力算出部 57 は、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいてカットオフ周波数 f_c を調整する構成を採用してもよい。

第 15 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 2 実施例の変形例に係る減衰力算出部 45 B 2（図 8 A 参照）を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0133】

第 15 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、第 13 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 と同様に、情報取得部 43 で取得した駆動力発生装置の状態に基づいてカットオフ周波数 f_c を適宜調整（図 8 C 参照）するため、第 6 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 の作用効果に加えて、駆動力発生装置の状態に応じて、電動サスペンション装置 11 の減衰制御量の増減を調整することによって、車室内の静音性を高める効果、又は、車両 10 の乗り心地向上効果及びシステム共振点付近の振動抑制効果の両立を高い水準で実現する効果を期待することができる。

【0134】

また、第 16 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 5 又は第 7 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 であって、補正減衰力算出部 57 は、電動サスペンション装置 11 に係るシステム共振を抑制するための補正減衰力を、補正減衰力マップ（補正減衰力関数） F_{mp2} に基づいて算出した後、当該算出した補正減衰力の値のうち所定の制限閾値を超える部分を当該制限閾値に制限する構成を採用してもよい。

第 16 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 は、第 1 実施例に係る減衰力算出部 45 A 1（図 4 A 参照）、又は第 2 実施例に係る減衰力算出部 45 B 1（図 4 D 参照）のいずれか一方を備える電動サスペンション装置 11 に相当する。

【0135】

第 16 の観点に基づく電動サスペンション装置 11 によれば、補正減衰力算出部 57 は、算出した補正減衰力の値のうち所定の制限閾値を超える部分を当該制限閾値に制限する（図 5 C 参照）ため、補正減衰力の値が際限なく増大することはない。そのため、補正減衰力を用いて補正が行われた目標減衰力の値も、過大になることはない。その結果、補正減衰力及び基準減衰力の各値が相互に干渉することで引き起こされ得る車両 10 の乗り心地の低下を未然に回避することができる。

【0136】

〔その他の実施形態〕

以上説明した複数の実施形態は、本発明の具現化の例を示したものである。したがって、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならない。本発明はその要旨またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形態で実施することができるからである。

【0137】

例えば、本発明の第 1 又は第 2 実施例の変形例に係る電動サスペンション装置 11 の説明において、周波数整形後のストローク速度 S_{V_afs} の情報、及び補正減衰力マップ F_{mp} の記憶内容に基づいて補正減衰力を算出するに際し、情報取得部 43 で取得した車速の情報、及び駆動力発生装置の状態の情報をそれぞれ入力し、当該入力した情報のうち少なくともいずれか一の情報に基づいて補正減衰力マップ F_{mp} の特性を調整する例をあげて説明した。

【0138】

ここで、補正減衰力マップ F_{mp} の特性を調整するとは、例えば、実施例 1 に係る補正減衰力マップ F_{mp1} では、線形の補正減衰力特性線図の傾きを変更することが含まれる。さらには、補正減衰力マップ F_{mp} の参照先を、例えば、実施例 1 に係る補正減衰力マップ F_{mp1} から実施例 2 に係る補正減衰力マップ F_{mp2} に変更することも、補正減衰力マップ F_{mp} の特性を調整する概念に包含される。

【0139】

また、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置11の説明において、電磁アクチュエータ13を、前輪（左前輪・右前輪）及び後輪（左後輪・右後輪）の両方で都合4つ配置する例をあげて説明したが、本発明はこの例に限定されない。電磁アクチュエータ13を、前輪又は後輪のいずれか一方に都合2つ配置する構成を採用しても構わない。

【0140】

最後に、本発明の実施形態に係る電動サスペンション装置11の説明において、複数の電磁アクチュエータ13の駆動制御をそれぞれ独立して行う駆動制御部49に言及した。

具体的には、駆動制御部49は、四輪のそれぞれに備わる電磁アクチュエータ13の駆動制御を、各輪毎にそれぞれ独立して行ってもよい。

10

また、四輪のそれぞれに備わる電磁アクチュエータ13の駆動制御を、前輪側及び後輪側毎にそれぞれ独立して行ってもよいし、左輪側及び右輪側毎にそれぞれ独立して行っても構わない。

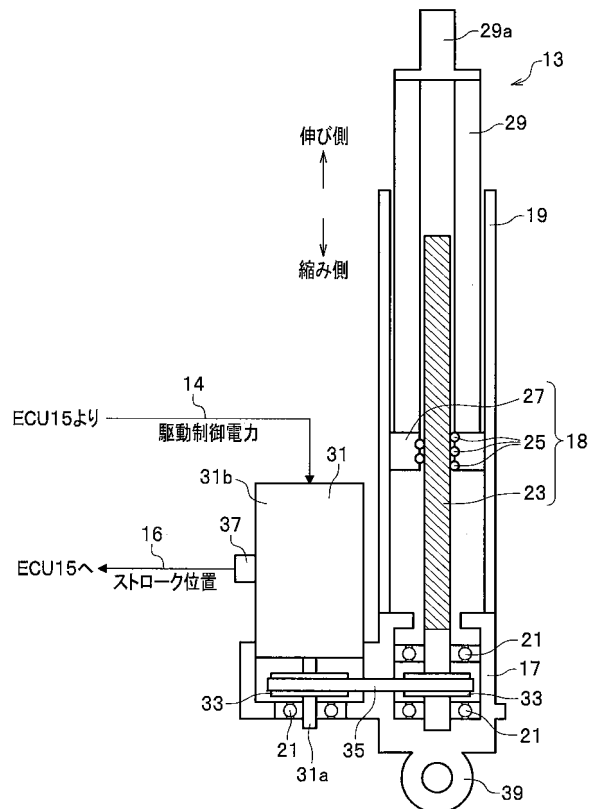
【符号の説明】

【0141】

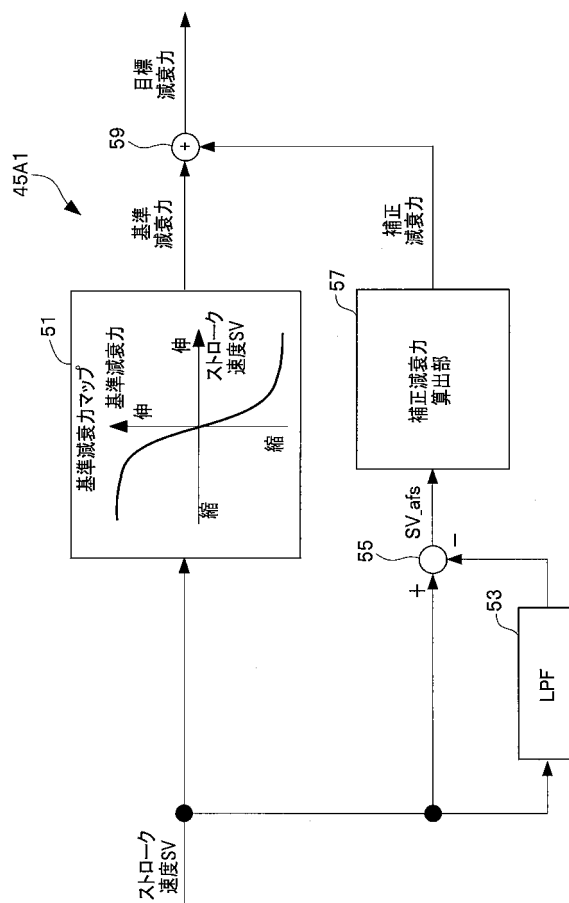
- 10 車両
- 11 電動サスペンション装置
- 13 電磁アクチュエータ
- 43 情報取得部
- 45 減衰力算出部
- 47 駆動力演算部
- 49 駆動制御部
- 51 基準減衰力マップ
- 53 ローパスフィルタ
- 55 減算部
- 56 ハイパスフィルタ
- 57 補正減衰力算出部
- Fmp 補正減衰力マップ（補正減衰力関数）

20

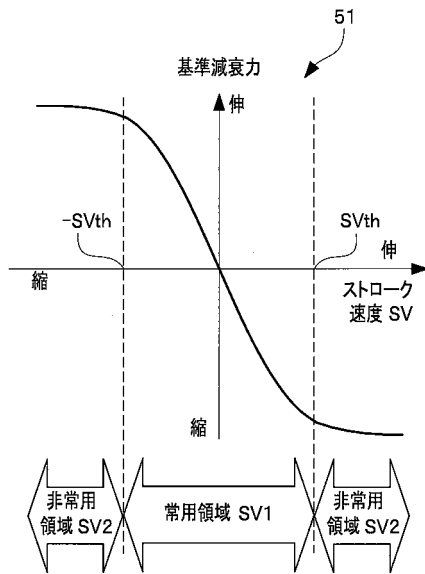
【図 2】



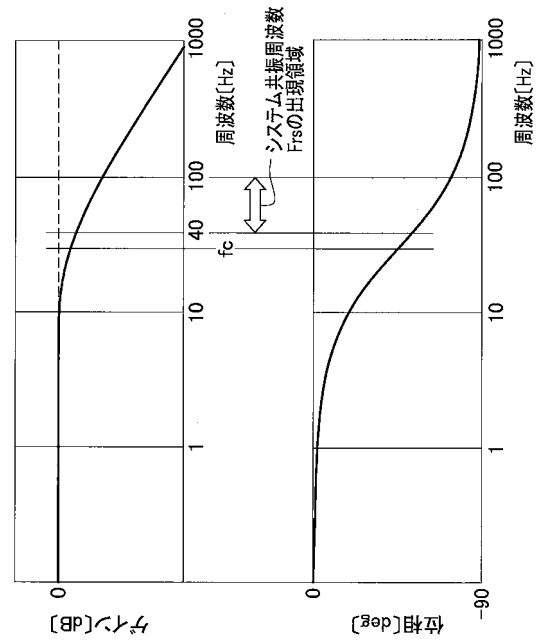
【図 4 A】



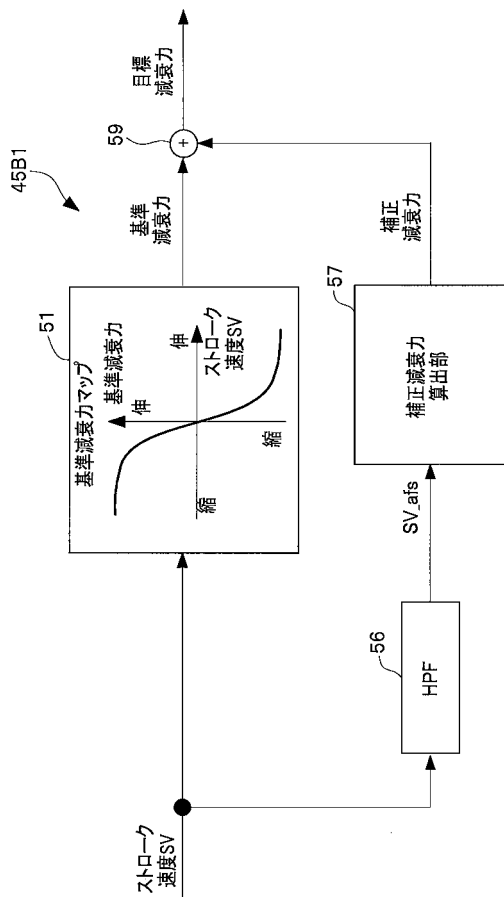
【図 4 B】



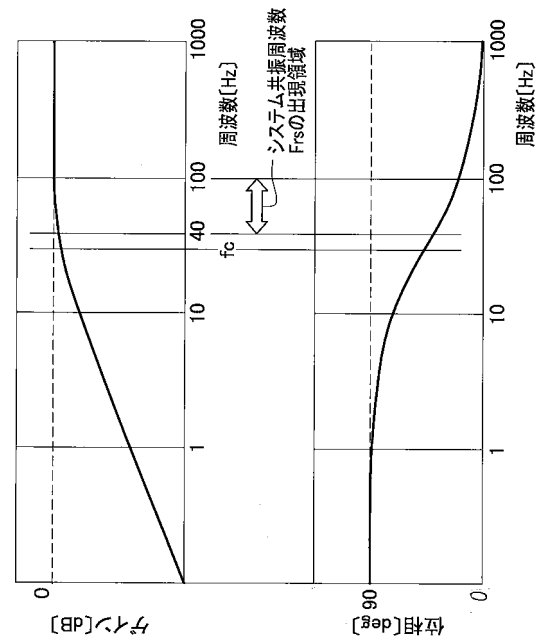
【図 4 C】



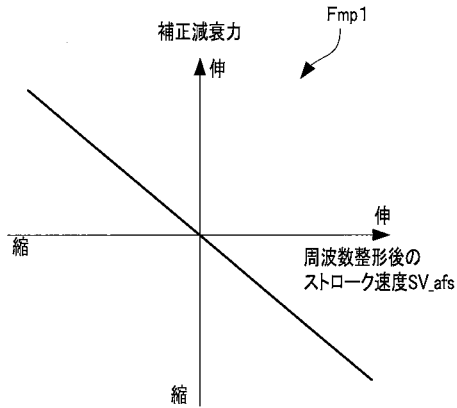
【図 4 D】



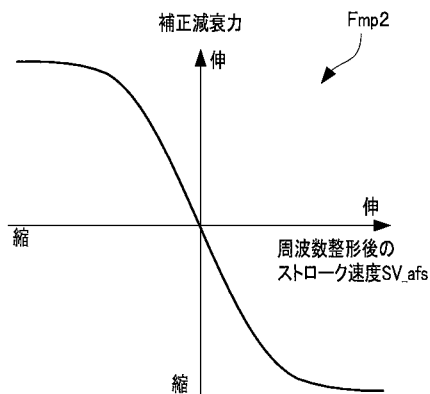
【図 4 E】



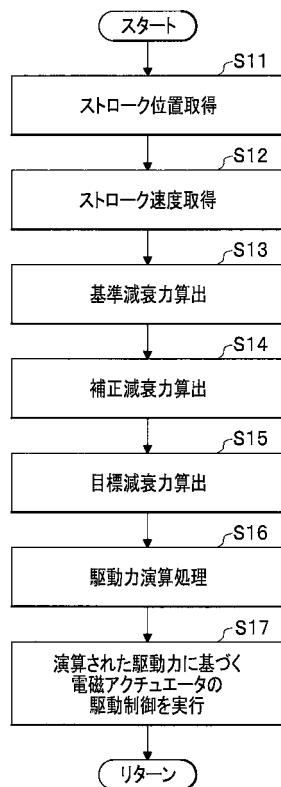
【図 5 A】



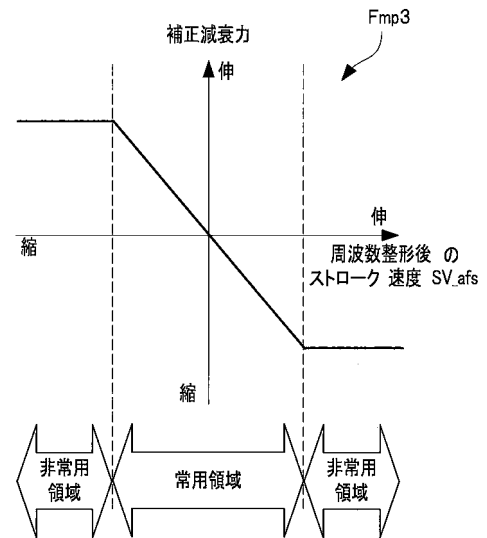
【図 5 B】



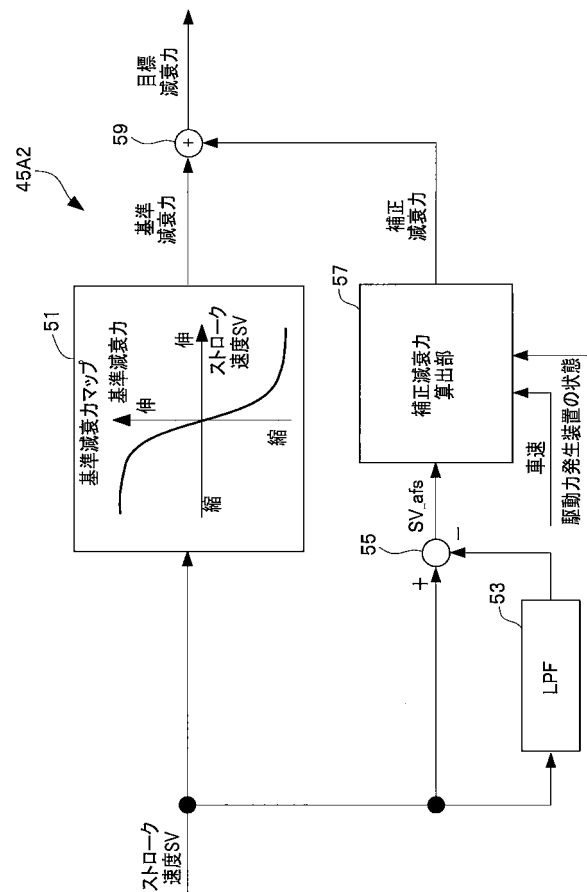
【図 6】



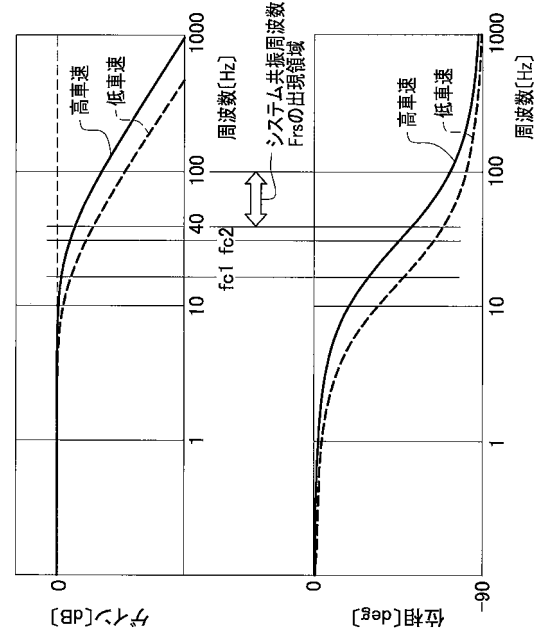
【図 5 C】



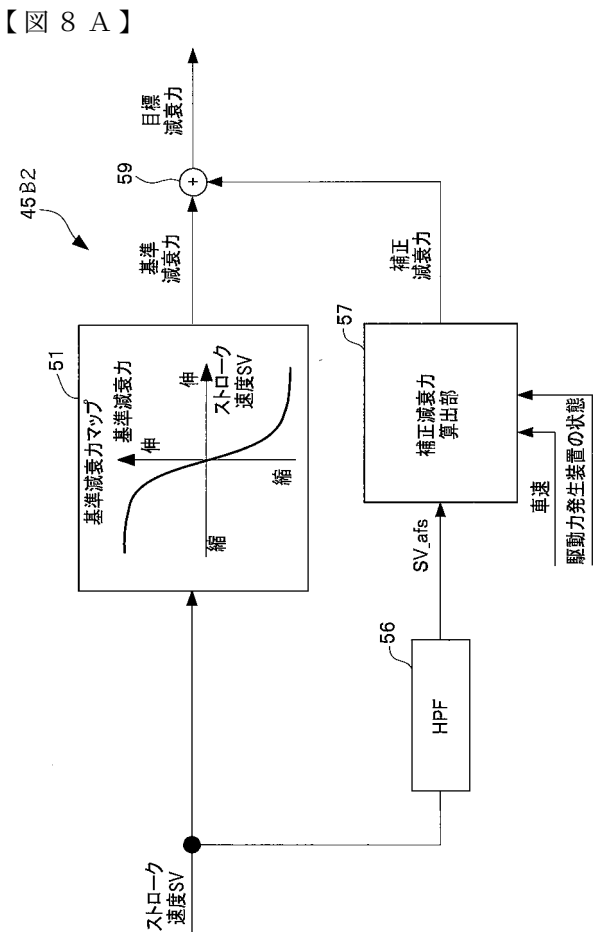
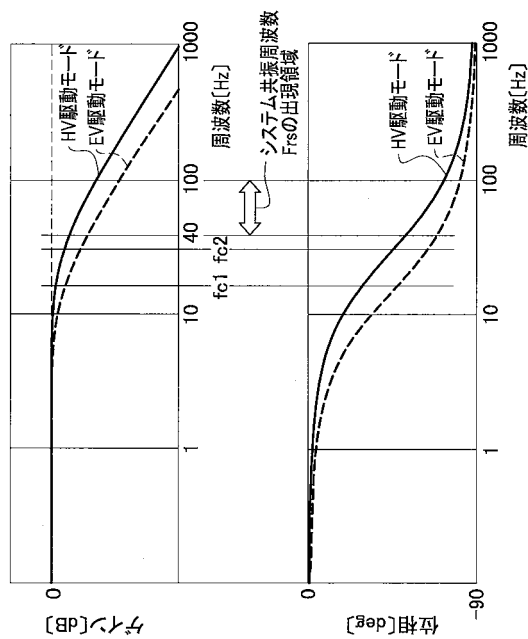
【図 7 A】



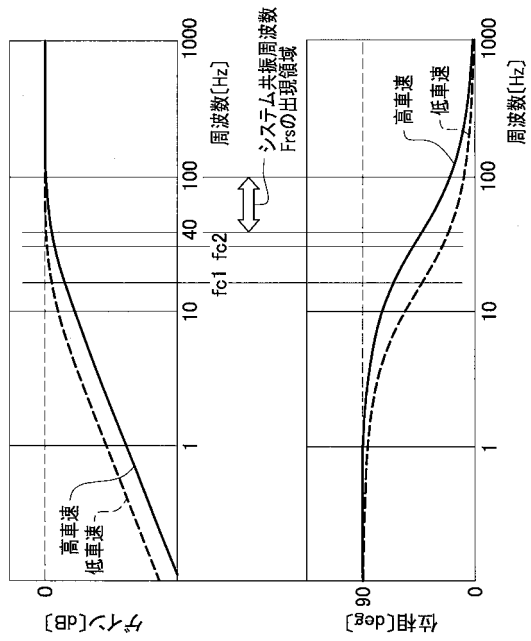
【図 7 D】



【图 8 A】



【図 8 B】



【図 8 C】

