

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5347702号
(P5347702)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl.		F I			
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20	ZHVJ
B60L	11/14	(2006.01)	B60L	11/14	
B60W	10/08	(2006.01)	B60K	6/20	320
B60W	20/00	(2006.01)	B60K	6/445	
B60K	6/445	(2007.10)			

請求項の数 3 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2009-116942 (P2009-116942)
 (22) 出願日 平成21年5月13日(2009.5.13)
 (65) 公開番号 特開2010-268582 (P2010-268582A)
 (43) 公開日 平成22年11月25日(2010.11.25)
 審査請求日 平成23年11月14日(2011.11.14)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100117075
 弁理士 伊藤 剣太
 (72) 発明者 及川 善貴
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 審査官 相羽 昌孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両のバネ上制振制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

波形信号の変調方式を切り替えて駆動されるモータ/ジェネレータ、モータ又はモータとしても作動可能なジェネレータが駆動源として少なくとも設けられた車両の車体に発生するバネ上振動の抑制を図る車両のバネ上制振制御装置において、

前記バネ上振動を抑制させる為のバネ上制振制御量の設定を行うバネ上制振制御量演算手段と、該バネ上制振制御量を実現させるように前記駆動源の駆動制御量を制御してバネ上制振制御を実行する駆動源制御手段と、前記変調方式に応じて前記バネ上制振制御量に係るバネ上制振制御信号の位相又は振幅を調整するバネ上制振制御量調整手段と、を備えたことを特徴とする車両のバネ上制振制御装置。

【請求項2】

前記バネ上制振制御量調整手段は、前記変調方式が過変調PWM制御方式の場合、前記バネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の振幅又は周波数の内の少なくとも一方が所定の範囲内にあるときに当該バネ上制振制御量を調整することを特徴とする請求項1記載の車両のバネ上制振制御装置。

【請求項3】

前記バネ上制振制御量調整手段は、前記変調方式が過変調PWM制御方式の場合で且つ前記バネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の振幅又は周波数の内の少なくとも一方が所定の範囲内にあるときに当該バネ上制振制御量を減少させることを特徴とする請求項2記載の車両のバネ上制振制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の車体に発生するバネ上振動を抑制させる車両のバネ上制振制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車体に発生したバネ上振動を所定の振動抑制手段を利用して抑え込むバネ上制振制御と云われる技術が知られている。例えば、下記の特許文献1には、車両のバネ上振動を抑制させる為に車両の駆動力を制御するという技術が開示されている。この特許文献1に記載の技術においては、その駆動力をエンジントルクの増減によって制御している。この制御を行う為に、この技術では、エンジンの吸入空気量や燃料噴射量、点火時期等を調整し、必要に応じたエンジントルクの増減量を確保する。

10

【0003】

尚、下記の特許文献2には、アクティブサスペンションにおいて、その制御指令信号の位相を調整するという技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開2004-168148号公報

【特許文献2】特開平9-220919号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、駆動源たるエンジンは、走行中に様々な回転数等の状況で運転される。これが為、その運転状況如何では、エンジンの出力の影響を受けて駆動輪の車輪速度が変動するので、この車輪速度を利用して求めたバネ上制振制御量（バネ上振動を抑制させる為の制御量）の出力応答性が低下してしまう可能性がある。また、バネ上制振制御を駆動源たるモータ/ジェネレータの出力を利用して実行させることも考えられるが、そのモータ/ジェネレータを駆動制御する際の波形信号の変調方式によっては、そのモータ/ジェネレータの出力の影響を受けて駆動輪の車輪速度が変動するので、この車輪速度を利用して求めたバネ上制振制御量の出力応答性が低下してしまう可能性がある。更に、従来の車両においては、これら以外の理由によっても駆動源の応答性が変わることがあるので、バネ上制振制御量の出力応答性を低下させてしまう状況が存在する。このように、従来の車両においては、或る状況下において駆動源の応答性が低下して、バネ上制振制御量の出力応答性を低下させてしまう可能性があり、その結果、バネ上制振制御による制振効果の低下を招く虞がある。つまり、従来のバネ上制振制御には、改善の余地があった。

30

【0006】

そこで、本発明は、かかる従来例の有する不都合を改善し、バネ上制振制御の精度低下の抑制が可能な車両のバネ上制振制御装置を提供することを、その目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成する為、本発明は、波形信号の変調方式を切り替えて駆動されるモータ/ジェネレータ、モータ又はモータとしても作動可能なジェネレータが駆動源として少なくとも設けられた車両の車体に発生するバネ上振動の抑制を図る車両のバネ上制振制御装置において、前記バネ上振動を抑制させる為のバネ上制振制御量の設定を行うバネ上制振制御量演算手段と、このバネ上制振制御量を実現させるように前記駆動源の駆動制御量を

50

制御してバネ上制振制御を実行する駆動源制御手段と、前記変調方式に応じて前記バネ上制振制御量に係るバネ上制振制御信号の位相又は振幅を調整するバネ上制振制御量調整手段と、を備えている。

【 0 0 1 1 】

ここで、前記バネ上制振制御量調整手段は、前記変調方式が過変調 P W M 制御方式の場合、前記バネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の振幅又は周波数の内の少なくとも一方が所定の範囲内にあるときに当該バネ上制振制御量を調整することを特徴としている。

10

【 0 0 1 2 】

また、前記バネ上制振制御量調整手段は、前記変調方式が過変調 P W M 制御方式の場合で且つ前記バネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の振幅又は周波数の内の少なくとも一方が所定の範囲内にあるときに当該バネ上制振制御量を減少させることを特徴としている。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る車両のバネ上制振制御装置は、バネ上制振制御量を適切に調整して、このバネ上制振制御量の出力応答性を補償するので、所望のバネ上制振制御を実行することができるようになる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明に係るバネ上制振制御装置の適用対象たる車両の一例を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、エンジンの制御マップの一例を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明に係るバネ上制振制御装置におけるバネ上振動の状態変数を説明する図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明に係るバネ上制振制御装置の機能構成の一例を制御ブロックの形式で示した模式図である。

30

【 図 5 】 図 5 は、本発明に係るバネ上制振制御装置において仮定されるバネ上振動の力学的運動モデルの一例について説明する図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明に係るバネ上制振制御装置において仮定されるバネ上振動の力学的運動モデルの他の例について説明する図である。

【 図 7 】 図 7 は、実施例 1 のバネ上制振制御量応答性補償部の具体例を制御ブロックの形式で示した模式図である。

【 図 8 】 図 8 は、実施例 2 のバネ上制振制御装置におけるバネ上制振制御量の調整動作について説明するフローチャートである。

【 図 9 】 図 9 は、実施例 2 のバネ上制振制御量調整ゲインの調整要否を判定する為のマップデータの一例である。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下に、本発明に係る車両のバネ上制振制御装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。尚、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【 実施例 】

【 0 0 1 7 】

[実施例 1]

本発明に係る車両のバネ上制振制御装置の実施例 1 を図 1 から図 7 に基づいて説明する

50

【0018】

本実施例1のバネ上制振制御装置が適用される車両は、少なくともモータ/ジェネレータを駆動源として備えた車両であり、更にエンジンも駆動源として用意された所謂ハイブリッド車両や、モータ/ジェネレータのみを駆動源とする電気自動車該当する。本実施例1においては、前者のハイブリッド車両を例に挙げて説明する。

【0019】

ここで例示するハイブリッド車両は、図1に示す如く、エンジン10と、このエンジン10から出力されたエンジントルクを分割する動力分割機構20と、この動力分割機構20により分割されたエンジントルクの一部(以下、「第1分割トルク」という。)によって主に発電機として作動する第1モータ/ジェネレータ31と、この第1モータ/ジェネレータ31で発電された電力及び/又はバッテリー41の電力を用いて主に電動機として作動する第2モータ/ジェネレータ32と、駆動源の出力トルクを駆動輪Wh, Wh(駆動軸Ds, Ds)に伝える動力伝達機構50と、を備えている。

10

【0020】

更に、このハイブリッド車両には、車両全体の動作を制御する電子制御装置(以下、「メインECU」という。)101と、エンジン10の動作を制御する電子制御装置(以下、「エンジンECU」という。)102と、第1モータ/ジェネレータ31や第2モータ/ジェネレータ32の動作を制御する電子制御装置(以下、「モータ/ジェネレータECU」という。)103と、が設けられている。メインECU101は、エンジンECU102とモータ/ジェネレータECU103に接続されており、これらの中で各種センサの検出信号や制御指令等の授受を行う。これらメインECU101、エンジンECU102及びモータ/ジェネレータECU103は、図示しないCPU(中央演算処理装置)、所定の制御プログラム等を予め記憶しているROM(Read Only Memory)、CPUの演算結果を一時記憶するRAM(Random Access Memory)、予め用意されたマップデータ等の情報を記憶するバックアップRAM等で構成されている。本実施例1の車両のバネ上制振制御装置は、そのメインECU101、エンジンECU102及びモータ/ジェネレータECU103によって構成する。

20

【0021】

エンジン10は、熱エネルギーを機械的エネルギーに変換する内燃機関や外燃機関等の熱機関である。ここでは、図示しない燃焼室内で燃料を燃焼させることによってピストンを往復運動させ、これにより出力軸(クランクシャフト)11に機械的な動力(エンジントルク)を発生させる往復ピストン機関としての内燃機関をエンジン10の一例として挙げる。

30

【0022】

このエンジン10には図示しない電子制御式のスロットル装置、燃料噴射装置及び点火装置等が設けられており、これらスロットル装置等は、その動作がエンジンECU102によって制御される。本実施例1においては、メインECU101にエンジン10の制御量(駆動制御量としてのエンジン制御量)を設定させ、このメインECU101からエンジン制御量の情報を受け取ったエンジンECU102がエンジン10の制御を行う。つまり、メインECU101にはエンジン制御量の設定を行うエンジン制御量演算手段が設けられており、エンジンECU102にはエンジン10の制御を行う駆動源制御手段としてのエンジン制御手段が設けられている。そのエンジン制御量とは、出力軸11に発生させる要求エンジントルクTerと、この要求エンジントルクTerを発生させる際の要求エンジン回転数Nerと、を指す。

40

【0023】

メインECU101のエンジン制御量演算手段は、例えば図2に示すエンジン制御マップを利用して、要求エンジントルクTerと要求エンジン回転数Nerを設定する。

【0024】

50

その図2に示すエンジン制御マップは、エンジン回転数 N_e とエンジントルク T_e とに応じたエンジン10の動作点を表したマップデータであり、燃費性能を維持しつつ要求エンジンパワー P_{er} を発生させる動作点(N_e, T_e)を導き出す為のものを例示している。このエンジン制御マップは、エンジン10が良好な燃費特性を示すエンジン回転数 N_e とエンジントルク T_e の組み合わせが各々プロットされた燃費ライン L_1 と、要求エンジンパワー P_{er} を発生させるエンジン回転数 N_e とエンジントルク T_e の組み合わせが各々プロットされた等要求エンジンパワーライン L_2 と、を有する。エンジン制御量演算手段は、このエンジン制御マップにおいて、要求エンジンパワー P_{er} に応じた等要求エンジンパワーライン L_2 と燃費ライン L_1 の交点を動作点として求め、この交点におけるエンジン回転数 N_e とエンジントルク T_e を要求エンジン回転数 N_{er} と要求エンジントルク T_{er} に設定する。

10

【0025】

ここで、その要求エンジンパワー P_{er} は、運転者の駆動要求に応じた駆動輪 W_h, W_h (駆動軸 D_s, D_s)における駆動トルク(以下、「運転者要求トルク」という。) T_{wr} と、車速センサ61によって検出された車速 V 又は車輪速度センサ62によって検出された駆動輪 W_h, W_h の角速度 ω と、バッテリー41の充放電状態(つまり残存蓄電量)と、に基づいて求める。その運転者の駆動要求とは、例えばアクセル開度センサ63によって検出されたアクセル開度 a のことである。また、バッテリー41の残存蓄電量については、インバータ42を介してモータ/ジェネレータ $ECU103$ が把握しており、その情報がモータ/ジェネレータ $ECU103$ からメイン $ECU101$ に送られている。この要求エンジンパワー P_{er} は、メイン $ECU101$ のエンジン制御量演算手段に演算させる。尚、例えばFR(フロントエンジン・リアドライブ)車においては、その車速 V や角速度 ω に替えて、プロペラシャフト(図示略)の回転数等を利用してよい。

20

【0026】

メイン $ECU101$ には、その車速センサ61と車輪速度センサ62とアクセル開度センサ63が接続されている。メイン $ECU101$ の運転者要求トルク演算手段は、車速 V 又は駆動輪 W_h, W_h の角速度 ω とアクセル開度 a とに基づいて運転者要求トルク T_{wr} を求める。また、このメイン $ECU101$ のエンジン制御量演算手段は、車速センサ61の検出信号を利用する場合、その検出信号に基づいて駆動輪 W_h, W_h (駆動軸 D_s, D_s)の角速度 ω を求める。そして、このエンジン制御量演算手段は、その運転者要求トルク T_{wr} と角速度 ω を乗算し、これにバッテリー41の残存蓄電量の情報に応じた補正パワー P_{bat} を加算して要求エンジンパワー P_{er} を求める。その補正パワー P_{bat} は、その大きさの分だけ第1分割トルクの増量が図られるものであり、その大きさの分だけ第1モータ/ジェネレータ31の発電量を増やす。これが為、この補正パワー P_{bat} については、例えばバッテリー41の必要充電量が多いほど大きくする。

30

【0027】

エンジン制御量演算手段は、そのようにして演算及び設定した要求エンジントルク T_{er} と要求エンジン回転数 N_{er} の情報をエンジン $ECU102$ に送信する。このエンジン $ECU102$ のエンジン制御手段は、その設定された要求エンジントルク T_{er} 及び要求エンジン回転数 N_{er} が実現されるようにスロットル開度等の制御を行う。これにより、エンジン10は、その出力軸11が要求エンジン回転数 N_{er} で回転して要求エンジントルク T_{er} を発生させる。

40

【0028】

第1及び第2のモータ/ジェネレータ31, 32は、夫々に電動機又は発電機として駆動できる周知の同期発電電動機として構成されたものであって、インバータ42を介してバッテリー41と電力のやりとりを行う。そのインバータ42は、モータ/ジェネレータ $ECU103$ の駆動源制御手段としてのモータ/ジェネレータ制御手段によって制御される。

【0029】

例えば、メイン $ECU101$ のモータジェネレータ制御量演算手段は、モータジェネレ

50

ータトルク（具体的には電動機としての出力トルク）のみで駆動輪 W_h ， W_h に要求車両駆動量としての要求車両駆動トルク T_{dr} を発生させる場合、その要求車両駆動トルク T_{dr} と動力伝達機構50のギヤ比とに基づいて、第2モータ/ジェネレータ32の目標モータジェネレータトルクを求める。この目標モータジェネレータトルクは、第2モータ/ジェネレータ32に対しての要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} となる。モータジェネレータ制御量演算手段は、モータ/ジェネレータECU103に指示して、第2モータ/ジェネレータ32がその要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} を発生するようにインバータ42を制御させる。これにより、その第2モータ/ジェネレータ32は、その要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} （ここでは電動機としての出力トルク）を出力し、駆動輪 W_h ， W_h に要求車両駆動トルク T_{dr} を発生させる。

10

【0030】

その要求車両駆動トルク T_{dr} とは、駆動輪 W_h ， W_h に対して最終的に要求される車両駆動トルクのことであり、メインECU101の要求車両駆動量演算手段としての要求車両駆動トルク演算手段に設定させる。例えば、この要求車両駆動トルク T_{dr} は、主に、運転者の駆動要求に応じた運転者要求トルク T_{wr} に対して、ハイブリッド車両に求められる基本性能（以下、「HV基本性能」という。）を補償する為に必要なHV基本性能補償量が考慮されたものである。そのHV基本性能には、例えば、ドライバビリティ、ギヤの歯打ち等による騒音や振動に対する性能（所謂音振性能）、バッテリー収支、バッテリー収支を規定の範囲内に維持する為のエンジン10とモータ/ジェネレータ（第1及び第2のモータ/ジェネレータ31，32）との間のパワー収支、部品の保護等がある。また、HV基本性能補償量とは、現在の車両状態とHV基本性能のずれに応じて設定される値であり、例えばHV基本性能を守る為に必要な補正係数又は補正值である。要求車両駆動トルク演算手段にはHV基本性能保護部が用意されており、このHV基本性能保護部は、車両状態がHV基本性能から外れるようであれば、現在の車両状態とHV基本性能のずれに応じたHV基本性能補償量の設定を行う。そのHV基本性能補償量については、予めマップデータとして用意しておき、このマップデータから車速やバッテリー41の残存蓄電量等の現在の車両状態をパラメータにして導かせればよい。要求車両駆動トルク演算手段は、運転者要求トルク T_{wr} に補正係数を乗算若しくは除算し又は補正值を加減算して、その運転者要求トルク T_{wr} をHV基本性能が守られる大きさに増減させた要求車両駆動トルク T_{dr} の設定を行う。尚、ハイブリッド車両には、前輪又は後輪をエンジンで駆動し、他方の車輪をモータ/ジェネレータで駆動する四輪駆動車もある。この種のハイブリッド車両の場合には、前輪と後輪のトルクの乖離防止についてもHV基本性能に加えらる。

20

30

【0031】

ここで、このハイブリッド車両においては、車両挙動の安定化を図るべく、駆動輪 W_h ， W_h 等の制御対象車輪に制動力を加えることがある。また、運転者がアクセル操作からブレーキ操作に切り替えることもある。このような場合、駆動輪 W_h ， W_h には、要求制動力に応じた制動トルク T_b が働く。これが為、制動力が発生するときには、運転者要求トルク T_{wr} から制動トルク T_b を減算し、この減算値に対して上記のHV基本性能補償量を考慮させるようにする。

【0032】

動力分割機構20は、図示しないが、外歯歯車のサンギヤと、このサンギヤと同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤと、サンギヤに噛合すると共にリングギヤに噛合する複数のピニオンギヤと、これら各ピニオンギヤを自転、且つ、公転自在に保持するプラネタリキャリアと、を有し、そのサンギヤとリングギヤとプラネタリキャリアとが回転要素になって差動作用を行なう遊星歯車機構として構成されている。そのサンギヤには、第1モータ/ジェネレータ31の回転軸31aが連結されている。リングギヤには、減速機や差動装置等からなる動力伝達機構50の減速ギヤがリングギヤ軸を介して連結されている。その動力伝達機構50において、減速ギヤには第2モータ/ジェネレータ32の回転軸32aが連結され、差動装置には駆動輪 W_h ， W_h の駆動軸 D_s ， D_s が連結されている。また、プラネタリキャリアには、エンジン10の出力軸11が連結されている。

40

50

【 0 0 3 3 】

この動力分割機構 2 0 において、エンジントルクは、ピニオンギヤを介してサンギヤ及びリングギヤに分配して伝達される。その分配比は、サンギヤとリングギヤのギヤ比によって決まる。サンギヤには上記の第 1 分割トルクが伝達され、リングギヤには残りのエンジントルク（以下、「第 2 分割トルク」という。）が伝達される。

【 0 0 3 4 】

そのサンギヤを経た第 1 分割トルクは、第 1 モータ/ジェネレータ 3 1 を発電機として作動させる。その際に第 1 モータ/ジェネレータ 3 1 が作り出した電力は、インバータ 4 2 に送られて、バッテリー 4 1 に充電又は第 2 モータ/ジェネレータ 3 2 に供給される。一方、リングギヤを経た第 2 分割トルクは、動力伝達機構 5 0 を介して駆動軸 D_s 、 D_s を直接駆動する。また、この動力分割機構 2 0 は、第 1 モータ/ジェネレータ 3 1 のモータジェネレータトルク T_{mg1} を調整することによって、エンジントルクの大きさを制御することもできる。

【 0 0 3 5 】

ところで、このハイブリッド車両においては、例えば路面の凹凸等によって走行中の車輪に外力やトルク（即ち外乱）が作用した際に、その外力等が車輪及びサスペンション（図示略）を介して車体に伝わる。これが為、このハイブリッド車両には、その走行中の路面からの入力によって、車体に車輪及びサスペンションを介した $1 \sim 4 \text{ Hz}$ の振動、より正確には 1.5 Hz 程度の振動（以下、「バネ上振動」という。）が発生し得る。このバネ上振動には、図 3 に示すハイブリッド車両（厳密には車両重心 C_g ）の上下方向（Z 方向）の成分（以下、「バウンス振動」という。）と、車両重心 C_g を中心にしたピッチ方向（ θ 方向）の成分（以下、「ピッチ振動」という。）と、がある。このバネ上振動が発生したときには、バウンス振動又はピッチ振動の内の少なくとも何れか一方が発生している。尚、その図 3 は、ノーズリフト時のハイブリッド車両の姿勢を例示している。また、運転者の駆動要求等に基づき車両駆動装置たるエンジン 1 0 や第 1 及び第 2 のモータ/ジェネレータ 3 1、3 2 が作動して駆動輪 W_h 、 W_h の車輪トルク（車輪駆動力）に変動が生じた場合にも、このハイブリッド車両においては、同様のバネ上振動（バウンス振動又はピッチ振動の内の少なくとも何れか一方）が生じ得る。

【 0 0 3 6 】

本実施例 1 のハイブリッド車両には、かかるバネ上振動の抑制を図るバネ上制振制御を行うバネ上制振制御装置が用意されている。本実施例 1 のバネ上制振制御装置としては、第 2 モータ/ジェネレータ 3 2 のモータジェネレータトルク T_{mg2} を調整し、これにより駆動輪 W_h 、 W_h の車輪トルクを増減制御して、車体に発生するバネ上振動の抑制を図るものについて例示する。このバネ上制振制御装置は、前述したように、メイン ECU 1 0 1、エンジン ECU 1 0 2 及びモータ/ジェネレータ ECU 1 0 3 によって構成されている。

【 0 0 3 7 】

このバネ上制振制御装置の構成について模式的に表した制御ブロック図を図 4 に示す。

【 0 0 3 8 】

このバネ上制振制御装置は、運転者の駆動要求に応じた駆動輪 W_h 、 W_h における運転者要求トルク T_{wr} を設定する運転者要求トルク演算手段 1 と、このハイブリッド車両の駆動輪 W_h 、 W_h に対して最終的に要求される車両駆動トルク（要求車両駆動トルク T_{dr} ）を求める要求車両駆動トルク演算手段 2 と、その運転者要求トルク T_{wr} 等に応じたエンジン制御量（要求エンジントルク T_{er} 及び要求エンジン回転数 N_{er} ）を設定するエンジン制御量演算手段 3 と、そのエンジン制御量に基づきエンジン 1 0 の制御を行うエンジン制御手段 4 と、車体のバネ上振動（バウンス振動及びピッチ振動）を抑制させる為のバネ上制振制御量を設定するバネ上制振制御量演算手段 5 と、モータジェネレータトルクの調整によってバネ上制振制御を実行するバネ上制振制御実行手段としての機能も備えるモータ/ジェネレータ制御手段 6 と、そのモータジェネレータトルク（つまり駆動制御量としてのモータジェネレータ制御量）の設定を行うモータジェネレータ制御量演算手段

10

20

30

40

50

7と、を有する。前述したように、その運転者要求トルク演算手段1と要求車両駆動トルク演算手段2とエンジン制御量演算手段3とモータジェネレータ制御量演算手段7は、メインECU101に用意されている。また、エンジン制御手段4は、エンジンECU102に用意されており、モータ/ジェネレータ制御手段6については、モータ/ジェネレータECU103に用意されている。本実施例1においては、バネ上制振制御量演算手段5をメインECU101に用意する。

【0039】

この図4にも示しているように、運転者要求トルク演算手段1は、車速 V 又は駆動輪 Wh , Wh の角速度 ω とアクセル開度 a とに基づいて運転者要求トルク Twr を求める。この運転者要求トルク Twr は、運転者の駆動要求を満たすべく駆動輪 Wh , Wh に発生させる車輪トルクのことであり、運転者の駆動要求に応じた車両駆動トルクであると云える。この運転者要求トルク Twr は、要求車両駆動トルク演算手段2、エンジン制御量演算手段3及びバネ上制振制御量演算手段5に送られる。

10

【0040】

要求車両駆動トルク演算手段2は、その運転者要求トルク Twr とバネ上制振制御量演算手段5によって設定されたバネ上制振制御量(後述するバネ上制振制御トルク Twc)が入力される加算器2aを備えている。この加算器2aにおいては、その運転者要求トルク Twr にバネ上制振制御トルク Twc が加算される。その加算値は、運転者の駆動要求とバネ上制振制御を両立させる駆動輪 Wh , Wh への要求車両駆動トルク Td と云えるものである。この要求車両駆動トルク Td は、バネ上制振制御トルク Twc が正の値であれば運転者要求トルク Twr よりも大きくなり、バネ上制振制御トルク Twc が負の値であれば運転者要求トルク Twr よりも小さくなる。

20

【0041】

また、この要求車両駆動トルク演算手段2には、前述した制動トルク Tb の設定を行う制動トルク演算部2bと、この制動トルク Tb を加算器2aで求めた要求車両駆動トルク Td から減算する減算器2cと、が設けられている。これが為、制動力が発生するときは、その減算器2cにおける減算値を要求車両駆動トルク Td として設定する($Td - Tb$)。尚、制動力が発生しないときは、制動トルク Tb が0なので、減算器2cを経ても、加算器2aにおいて求めたものが要求車両駆動トルク Td となる。

【0042】

また、この要求車両駆動トルク演算手段2には、前述したHV基本性能保護値を求めるHV基本性能保護部2dが用意されている。例えば、ここでは、そのHV基本性能保護値として、減算器2cを経た要求車両駆動トルク Td に対して加算される補正值が求められるものとする。HV基本性能保護値 Thv は、現在の車両状態とHV基本性能に応じて正又は負の値として求められる。要求車両駆動トルク演算手段2には、そのHV基本性能保護値 Thv と減算器2cを経た要求車両駆動トルク Td を加算する加算器2eが設けられている。これが為、その加算器2eにおける加算値が駆動輪 Wh , Wh への要求車両駆動トルク Td となる($Td + Thv$)。そして、この要求車両駆動トルク演算手段2は、その加算器2eを経た要求車両駆動トルク Td を最終的な要求車両駆動トルク Tdr として設定する。この最終的な要求車両駆動トルク Tdr は、運転者の駆動要求、バネ上制振制御及びHV基本性能の全てを満たすことが可能な駆動輪 Wh , Wh における車両駆動トルクである。本実施例1においては、その最終的な要求車両駆動トルク Tdr をモータジェネレータ制御量演算手段7に送信する。

30

40

【0043】

前述したように、エンジン制御量演算手段3にも運転者要求トルク Twr が入力される。本実施例1においては、このエンジン制御量演算手段3によって運転者要求トルク Twr に応じたエンジン制御量(要求エンジントルク Ter 及び要求エンジン回転数 Ner)が設定され、運転者の駆動要求に応じた駆動力をエンジン10の出力によって発生させるように構成されている。

【0044】

50

このエンジン制御量演算手段3には、車速 V 又は駆動輪 W_h 、 W_h の角速度 ω の情報とバッテリー41の残存蓄電量の情報についても入力される。このエンジン制御量演算手段3は、乗算器3aにて駆動輪 W_h 、 W_h の角速度 ω を運転者要求トルク T_{wr} に乘算する。その乗算値は、駆動輪 W_h 、 W_h における要求車両パワーとなる。このエンジン制御量演算手段3は、その乗算値をエンジンパワー換算部3bにてエンジンパワー P_e に換算する。そのエンジンパワー換算部3bは、その換算の際に動力分割機構20や動力伝達機構50等の動力伝達手段におけるギヤ比を考慮する。このエンジン制御量演算手段3は、加算器3cにてエンジンパワー P_e とバッテリー41の残存蓄電量の情報に応じた補正パワー P_{bat} を加算し、エンジン10に対する要求エンジンパワー P_{er} を求める。そして、このエンジン制御量演算手段3は、要求エンジンパワー P_{er} を上述した図2のエンジン制御マップに照らし合わせて、エンジン制御量（要求エンジントルク T_{er} 及び要求エンジン回転数 N_{er} ）を求める。その要求エンジントルク T_{er} と要求エンジン回転数 N_{er} は、エンジン制御手段4に送られる。また、要求エンジントルク T_{er} については、駆動トルク換算部3dにて駆動輪 W_h 、 W_h におけるエンジン出力による要求車両駆動トルク T_{der} に換算される。その駆動トルク換算部3dにおいては、その換算の際に上記の動力伝達手段におけるギヤ比が考慮されている。そのエンジン出力による要求車両駆動トルク T_{der} は、モータジェネレータ制御量演算手段7に送信される。

10

【0045】

エンジン制御手段4は、受け取ったエンジン制御量（要求エンジントルク T_{er} 及び要求エンジン回転数 N_{er} ）となるようにスロットル開度等を制御し、運転者の駆動要求に応じた駆動力を車両に発生させる。

20

【0046】

本実施例1のバネ上制振制御は、前述したように、車体に発生するバネ上振動を抑える為のバネ上制振制御量を求め、このバネ上制振制御量を第2モータ/ジェネレータ32のモータジェネレータトルク T_{mg2} で車体に発生させることによって実行する。そのバネ上制振制御量については、この技術分野において周知の手法を用いて求めればよく、バネ上制振制御量演算手段5に演算させる。例えば、車体のバネ上振動（バウンス振動及びピッチ振動）の運動モデルを構築し、このバネ上制振制御量演算手段5には、その運動モデルでバネ上振動の状態変数を算出させる。そのバネ上振動の状態変数とは、運転者の駆動要求に応じた駆動輪 W_h 、 W_h における運転者要求トルク T_{wr} （換言するならば運転者の駆動要求に応じた駆動輪 W_h 、 W_h の要求車輪トルク）と、現在の駆動輪 W_h 、 W_h の車輪トルク（具体的にはこれの推定値）と、を運動モデルに入力した際の車体の変位 z 、とこれらの変化率 dz/dt 、 d/dt のことをいう。このバネ上制振制御量演算手段5は、そのバネ上振動の状態変数を0又は最小値に収束させる駆動輪 W_h 、 W_h の車輪トルクを求め、これをバネ上制振制御トルク T_{wc} （バネ上制振制御量）として設定する。

30

【0047】

具体的に、このバネ上制振制御量演算手段5には、フィードフォワード制御部5aとフィードバック制御部5bが用意されている。

【0048】

そのフィードフォワード制御部5aは、所謂最適レギュレータの構成を有しており、運動モデル部分5a₁と運転者要求トルク修正部5a₂とを備えている。このフィードフォワード制御部5aにおいては、運転者要求トルク T_{wr} が車体のバネ上振動の運動モデル部分5a₁に入力される。この運動モデル部分5a₁では、入力された運転者要求トルク T_{wr} に対する車体の状態変数の応答が算出される。また、運転者要求トルク修正部5a₂においては、その状態変数を最小に収束させる運転者要求トルク T_{wr} の修正量が算出される。

40

【0049】

フィードバック制御部5bも所謂最適レギュレータの構成を有している。このフィードバック制御部5bにおいては、後述するが如くして車輪トルク推定器5b₁で駆動輪 W_h

50

、Whにおける車輪トルク推定値Twが算出され、その車輪トルク推定値TwにFBゲイン（運動モデル部分5a₁における運転者要求トルクTwrと車輪トルク推定値Twとの寄与のバランスを調整する為のゲイン）を乗せる。

【0050】

そのFBゲインが乗せられた車輪トルク推定値Twは、外乱入力としてフィードフォワード制御部5aにおいて運転者要求トルクTwrに加算されて運動モデル部分5a₁に入力される。これにより、このフィードフォワード制御部5aにおいては、外乱に対する運転者要求トルクTwrの修正量についても算出される。

【0051】

このように、このバネ上制振制御においては、車体のバネ上振動（バウンス振動及びピッチ振動）の力学的運動モデルを仮定して、運転者要求トルクTwr及び車輪トルク推定値Tw（外乱）を入力としたバウンス方向及びピッチ方向の状態変数の状態方程式を構成する。そして、このバネ上制振制御では、その状態方程式から、最適レギュレータの理論を用いてバウンス方向及びピッチ方向の状態変数が0に収束する入力（トルク値）を決定し、そのトルク値をバネ上制振制御量（バネ上制振制御トルクTwc）とする。

10

【0052】

かかる力学的運動モデルとしては、図5に示す如く、車体を質量Mと慣性モーメントIの剛体Sと見做し、その剛体Sが弾性率kf及び減衰率cfの前輪サスペンションと弾性率kr及び減衰率crの後輪サスペンションによって支持されているものを例示する（車体のバネ上振動モデル）。この場合の車両重心Cgにおけるバウンス方向の運動方程式とピッチ方向の運動方程式については、各々下記の式1、2の如く表すことができる。

20

【0053】

【数1】

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} = -kf(z + Lf \cdot \theta) - cf \left(\frac{dz}{dt} + Lf \cdot \frac{d\theta}{dt} \right) - kr(z - Lr \cdot \theta) - cr \left(\frac{dz}{dt} - Lr \cdot \frac{d\theta}{dt} \right)$$

…(1)

【0054】

30

【数2】

$$I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = -Lf \left\{ kf(z + Lf \cdot \theta) + cf \left(\frac{dz}{dt} + Lf \cdot \frac{d\theta}{dt} \right) \right\} + Lr \left\{ kr(z - Lr \cdot \theta) + cr \left(\frac{dz}{dt} - Lr \cdot \frac{d\theta}{dt} \right) \right\} + \frac{h}{r} \cdot T$$

…(2)

【0055】

その式1、2において、Lf、Lrは、各々車両重心Cgから前輪軸までの距離と後輪軸までの距離を表しており、rは、車輪半径を表している。また、hは、路面から車両重心Cgまでの距離を表している。尚、その式1において、第1項と第2項は、前輪軸からの力の成分であり、第3項と第4項は、後輪軸からの力の成分である。また、式2において、第1項は、前輪軸からの力のモーメント成分であり、第2項は、後輪軸からの力のモーメント成分である。また、この式2の第3項は、駆動輪Wh、Whで発生している車輪トルクT（=Twr+Tw）が車両重心Cg周りに与える力のモーメント成分である。

40

【0056】

これら式1、2は、車体の変位z、とこれらの変化率dz/dt、dθ/dtを状態変数ベクトルX(t)として、下記の式3の如く（線形システムの）状態方程式の形式に書き換えることができる。

【0057】

50

【数3】

$$dX(t)/dt = A \cdot X(t) + B \cdot u(t) \quad \dots(3)$$

【0058】

この式3において、 $X(t)$ 、 A 、 B は、夫々下記の通りである。

【0059】

【数4】

$$X(t) = \begin{pmatrix} z \\ dz/dt \\ \theta \\ d\theta/dt \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ p_1 \end{pmatrix} \quad 10$$

【0060】

その行列Aの各要素 a_1 から a_4 及び b_1 から b_4 は、夫々上記の式1, 2に z 、 dz/dt 、 $d\theta/dt$ の係数をまとめることにより与えられ、

$$a_1 = -(k_f + k_r) / M、$$

$$a_2 = -(c_f + c_r) / M、$$

$$a_3 = -(k_f \cdot L_f - k_r \cdot L_r) / M、$$

$$a_4 = -(c_f \cdot L_f - c_r \cdot L_r) / M、$$

$$b_1 = -(L_f \cdot k_f - L_r \cdot k_r) / I、$$

$$b_2 = -(L_f \cdot c_f - L_r \cdot c_r) / I、$$

$$b_3 = -(L_f^2 \cdot k_f + L_r^2 \cdot k_r) / I、$$

$$b_4 = -(L_f^2 \cdot c_f + L_r^2 \cdot c_r) / I$$

となる。

【0061】

また、この式3の $u(t)$ は、下記の式5に示すものであり、この式3にて表される線形システムの入力である。

【0062】

【数5】

$$u(t) = T \quad \dots(5)$$

【0063】

従って、上記の式2より、行列Bの要素 p_1 は、下記の式6で示すことができる。

【0064】

【数6】

$$p_1 = h / (I \cdot r) \quad \dots(6) \quad 40$$

【0065】

上記の式3(状態方程式)において $u(t)$ を下記の式7のようにおくと、この式3は、下記の式8の如く表すことができる。

【0066】

【数7】

$$u(t) = -K \cdot X(t) \quad \dots(7)$$

【 0 0 6 7 】

【数 8】

$$dX(t)/dt = (A - B \cdot K) \cdot X(t) \quad \dots(8)$$

【 0 0 6 8 】

従って、 $X(t)$ の初期値 $X_0(t)$ を $X_0(t) = (0, 0, 0, 0)$ と設定して（トルク入力がかかる前には振動はないものとする）、状態変数ベクトル $X(t)$ の微分方程式（式 8）を解いたときに、 $X(t)$ 、即ちバウンス方向及びピッチ方向の変位及びその時間変化率の大きさを 0 に収束させるゲイン K が決定されれば、バネ上振動を抑制するトルク値 $u(t)$ が決定されることになる。

10

【 0 0 6 9 】

ゲイン K は、所謂最適レギュレータの理論を用いて決定することができる。この理論によれば、下記の式 9 の 2 次形式の評価関数 J （積分範囲は 0 から ）の値が最小になるときに、状態方程式（式 3）において $X(t)$ が安定的に収束し、その評価関数 J を最小にする行列 K は、下記の式 10 に示す如く与えられることが知られている。

【 0 0 7 0 】

【数 9】

$$J = \int (X^T \cdot Q \cdot X + u^T \cdot R \cdot u) dt \quad \dots(9)$$

20

【 0 0 7 1 】

【数 10】

$$K = R^{-1} \cdot B^T \cdot P \quad \dots(10)$$

【 0 0 7 2 】

ここで、 P は、リカッティ方程式（式 11）の解である。このリカッティ方程式は、線形システム分野において知られている任意の方法により解くことができ、これによりゲイン K が決定される。

30

【 0 0 7 3 】

【数 11】

$$-dP/dt = A^T \cdot P + P \cdot A + Q - P \cdot B \cdot R^{-1} \cdot B^T \cdot P \quad \dots(11)$$

【 0 0 7 4 】

尚、評価関数 J 及びリカッティ方程式中の Q 、 R は、夫々任意に設定される半正定対称行列、正定対称行列であり、システムの設計者により決定される評価関数 J の重み行列である。例えば、ここでの運動モデルの場合、 Q 、 R は、下記の如くおき、上記の式 9 において、状態変数ベクトル $X(t)$ の成分の内の特定のもの（例えば dz/dt 、 d/dt ）のノルム（大きさ）をその他の成分（例えば z 、）のノルムより大きく設定すると、ノルムを大きく設定された成分が相対的に、より安定的に収束されることとなる。また、 Q の成分の値を大きくすると、過渡特性重視、即ち状態変数ベクトル $X(t)$ の値が速やかに安定値に収束し、 R の値を大きくすると、消費エネルギーが低減される。

40

【 0 0 7 5 】

【数 1 2】

$$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10^3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10^2 \end{pmatrix}, R = (1)$$

【 0 0 7 6 】

本実施例 1 のバネ上制振制御装置の実際のバネ上制振制御においては、図 4 に示す如く、運動モデル部分 5 a₁ でトルク入力値を用いて式 3 の微分方程式を解くことにより、状態変数ベクトル X (t) が算出される。式 1 , 2 で表されるシステムにおいては、運転者要求トルク修正部 5 a₂ にて、上記のように状態変数ベクトル X (t) を 0 又は最小値に収束させるべく決定されたゲイン K と運動モデル部分 5 a₁ の出力である状態変数ベクトル X (t) とが乗算される。この乗算値 U (t) は、バネ上振動の振動方向に応じて正又は負の値を示す。この乗算値 U (t) は、駆動トルク換算部 5 c にて駆動輪 W h , W h における車輪トルク単位に換算される。本実施例 1 においては、その換算値がバネ上制振制御量の基準値 (以下、「基準バネ上制振制御量」という。) たる基準バネ上制振制御トルク T w c 0 となる。そして、本実施例 1 においては、この基準バネ上制振制御トルク T w c 0 (基準バネ上制振制御量) に対して後述するモータ / ジェネレータ制御の変調方式に応じた位相補償を必要に応じて行い、これにより得られた値を最終的なバネ上制振制御量 (バネ上制振制御トルク T w c) として設定する。この最終的なバネ上制振制御量 (バネ上制振制御トルク T w c) は、要求車両駆動トルク演算手段 2 の加算器 2 a に送られて運転者要求トルク T w r に加算される。かかるシステムは、共振システムであり、任意の入力に対して状態変数ベクトル X (t) の値が実質的にシステムの固有振動数の成分のみとなる。従って、U (t) の換算値又はこれの位相補償値 (= バネ上制振制御トルク T w c) が運転者要求トルク T w r から加減算されるよう構成することによって、運転者要求トルク T w r の内、システムの固有振動数の成分、即ち車体においてバネ上振動を引き起こす成分が修正され、そのバネ上振動が抑制されることになる。運転者から与えられる要求トルクにおいて、システムの固有振動数の成分がなくなると、第 2 モータ / ジェネレータ 3 2 の出力による要求車両駆動トルク T d m g 2 r の内、システムの固有振動数の成分は、 - U (t) 又はこれから位相補償分を除いたもののみとなり、車輪トルク推定値 T w (外乱) による振動が収束することとなる。この図 4 においては U (t) を運動モデル部分 5 a₁ の入力側にループさせているが、かかるループについては、所望のバネ上制振性能が得られるならば、演算量の軽減を図るべく省略してもよい。また、この図 4 においてはフィードバック制御のみに F F , F B 重み調整ゲイン制御部 5 b₂ にて F F , F B 重み調整ゲインをかけているが、かかる F F , F B 重み調整ゲインは、フィードフォワード制御においてもかけてもよい。

【 0 0 7 7 】

その第 2 モータ / ジェネレータ 3 2 の出力による要求車両駆動トルク T d m g 2 r とは、第 2 モータ / ジェネレータ 3 2 が要求モータジェネレータトルク T m g 2 r を出力することによって駆動輪 W h , W h に作用する車両駆動トルクのことであり、モータジェネレータ制御量演算手段 7 の加算器 7 a において算出する。この要求車両駆動トルク T d m g 2 r は、前述した要求車両駆動トルク演算手段 2 で求めた最終的な要求車両駆動トルク T d r からエンジン制御量演算手段 3 におけるエンジン出力による要求車両駆動トルク T d e r を減算して求める。この要求車両駆動トルク T d m g 2 r は、モータジェネレータトルク換算部 7 b において、第 2 モータ / ジェネレータ 3 2 への要求モータジェネレータトルク T m g 2 r に換算する。モータジェネレータトルク換算部 7 b は、その換算の際に動力分割機構 2 0 や動力伝達機構 5 0 等の動力伝達手段におけるギヤ比を考慮している。そ

10

20

30

40

50

の要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} は、モータ/ジェネレータ制御手段 6 に送信される。そして、このモータ/ジェネレータ制御手段 6 は、インバータ 42 を制御して、その要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} を出力させるように第 2 モータ/ジェネレータ 32 を制御する。

【0078】

本実施例 1 においては、前述したように、最終的な要求車両駆動トルク T_{dr} の内、運転者の駆動要求に応じた車両駆動トルクをエンジン 10 の出力（要求エンジントルク T_e ）によって発生させ、残りを第 2 モータ/ジェネレータ 32 の出力（要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} ）によって発生させる。そして、第 2 モータ/ジェネレータ 32 の出力による要求車両駆動トルク T_{dmg2r} にはバネ上制振制御トルク T_{wc} （バネ上制振制御量）が加味されているので、第 2 モータ/ジェネレータ 32 は、その要求車両駆動トルク T_{dmg2r} の換算値たる要求モータジェネレータトルク T_{mg2r} を発生させることによって、バネ上振動を抑えることができる。

10

【0079】

ここで、図 4 のフィードバック制御部 5b においては、外乱として入力される車輪トルクについて、走行中のハイブリッド車両におけるその他の検出可能な値から車輪トルク推定器 5b₁ で推定した車輪トルク推定値 T_w を用いることにしている。尚、その外乱として入力される車輪トルクについては、例えば夫々の車輪にトルクセンサを設けて実際に検出するように構成してもよい。

【0080】

20

その車輪トルク推定値 T_w は、例えば駆動輪 W_h 、 W_h の車輪速度取得手段（車輪速度センサ 62、62）から得られる角速度 $d\omega/dt$ 又は車輪速度 $V_w (= r \cdot d\omega/dt)$ の時間微分を用いて、下記の式 13 により推定又は算出することができる。この式 13 において、 M は、ハイブリッド車両の質量であり、 r は、車輪半径である。

【0081】

【数 13】

$$T_w = M \cdot r^2 \cdot d\omega/dt \quad \dots(13)$$

【0082】

30

ここで、駆動輪 W_h 、 W_h の路面の接地個所において発生している駆動力の総和が車両全体の駆動力 $M \cdot G$ （ G ：車両前後加速度）に等しいとすると、車輪トルク推定値 T_w は、下記の式 14 にて与えられる。

【0083】

【数 14】

$$T_w = M \cdot G \cdot r \quad \dots(14)$$

【0084】

また、ハイブリッド車両の車両前後加速度 G は、車輪速度 $r \cdot d\omega/dt$ の微分値より、下記の式 15 によって与えられる。

40

【0085】

【数 15】

$$G = r \cdot d\omega/dt \quad \dots(15)$$

【0086】

従って、車輪トルク推定値 T_w は、上記の式 13 のようにして推定される。

【0087】

また、上記の例示における車体のバウンス方向及びピッチ方向の力学的運動モデルとし

50

ては、例えば図6に示すように、図5の構成に加えて、前車輪及び後車輪のタイヤのバネ弾性を考慮したモデル（車体のバネ上・下振動モデル）が採用されてもよい。前車輪及び後車輪のタイヤが夫々弾性率 k_{tf} 、 k_{tr} を有しているとする、図6からも明らかなように、車両重心 C_g のバウンス方向の運動方程式とピッチ方向の運動方程式は、下記の式16a～16dのように表すことができる。

【0088】

【数16】

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} = -k_f(z + L_f \cdot \theta - x_f) - c_f \left(\frac{dz}{dt} + L_f \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_f}{dt} \right) - k_r(z - L_r \cdot \theta - x_r) - c_r \left(\frac{dz}{dt} - L_r \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_r}{dt} \right) \quad \dots(16a) \quad 10$$

$$I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = -L_f \left\{ k_f(z + L_f \cdot \theta - x_f) + c_f \left(\frac{dz}{dt} + L_f \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_f}{dt} \right) \right\} + L_r \left\{ k_r(z - L_r \cdot \theta - x_r) + c_r \left(\frac{dz}{dt} - L_r \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_r}{dt} \right) \right\} + \frac{h}{r} \cdot T \quad \dots(16b) \quad 20$$

$$m_f \frac{d^2 x_f}{dt^2} = k_f(z + L_f \cdot \theta - x_f) + c_f \left(\frac{dz}{dt} + L_f \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_f}{dt} \right) + k_{tf} \cdot x_f \quad \dots(16c)$$

$$m_r \frac{d^2 x_r}{dt^2} = k_r(z - L_r \cdot \theta - x_r) + c_r \left(\frac{dz}{dt} - L_r \cdot \frac{d\theta}{dt} - \frac{dx_r}{dt} \right) + k_{tr} \cdot x_r \quad \dots(16d)$$

【0089】

これら各式において、 x_f 、 x_r は、前車輪、後車輪のバネ下変位量であり、 m_f 、 m_r は、前車輪、後車輪のバネ下の質量である。式16a～16dは、 z 、 θ 、 x_f 、 x_r とその時間微分値を状態変数ベクトルとして、図5の場合と同様に、上記の式3のような状態方程式を構成し（但し、行列Aは、8行8列、行列Bは、8行1列となる。）、最適レギュレータの理論に従って状態変数ベクトルの大きさを0に収束させるゲイン行列Kを決定することができる。この場合の実際のバネ上制振制御についても、図5の場合と同様である。

【0090】

また、ハイブリッド車両において抑制すべき振動成分としては、車輪を介して路面から入力される振動成分の他に、エンジン10等の駆動源において生じる振動成分、その動力源の動力の伝達経路にある動力分割機構20や動力伝達機構50等の動力伝達手段において生じる振動成分などが考え得る。そして、これらの各種振動成分に起因する車体の振動を抑制する際には、振動成分の抑制の為に必要なトルク調整量（バネ上制振制御量）を抑制対象となる振動成分毎に求め、その各々のトルク調整量を第2モータ/ジェネレータ32から上記の如く出力させるようにすればよい。

【0091】

ところで、このモータ/ジェネレータを駆動源として備えている車両においては、バッテリー41からの直流電圧を昇圧コンバータ（図示略）によって昇圧し、その昇圧した直流電圧を交流電圧に変換してモータ/ジェネレータ（この例示では第2モータ/ジェネレータ32）を駆動させる。そして、その際、所定の波形信号によって駆動されるモータ/ジ

30

40

50

エネレータへの電流指令においては、指令トルク（この例示では要求車両駆動トルク T_{dmgr} ）の大きさと車速に応じてインバータ42の制御方式（つまり波形信号の変調方式）を変更している。ここでは、その変調方式について、正弦波パルス幅変調（PWM）制御方式、矩形波制御方式、過変調PWM制御方式の間で切り替えることにする。例えば、矩形波制御方式は、正弦波PWM制御方式や過変調PWM制御方式よりもスイッチング損失が少なく、システム効率が良いので、これを求めるときに選択させるものである。また、過変調PWM制御方式は、中速域において選択され、出力を向上させるときに使われる。その変調方式の選択については、モータ/ジェネレータECU103のモータ/ジェネレータ制御手段6が行う。

【0092】

この指令トルクと車速の領域に応じて変調方式の切り替えを行う車両においては、その領域、つまり変調方式によってバネ上制振制御量の出力応答性に違いが出てしまうので、或る領域においては所望のバネ上制振制御を行えるが、他の領域では所望のバネ上制振制御が行われ難くなり、バネ上制振制御による制振効果の低下を招く虞がある。例えば、過変調PWM制御方式のときには、他の正弦波PWM制御方式等と比べて復調信号の波形が歪むので、バネ上制振制御量の出力応答性にばらつきを生じさせて、所望のバネ上制振制御が正しく実行できなくなる可能性がある。

【0093】

そこで、本実施例1のバネ上制振制御装置においては、状況（ここでは上記の波形信号）に応じてバネ上制振制御量に相当するバネ上制振制御信号の位相補償を行うよう構成し、指令トルクと車速の領域全体でのバネ上制振制御量の出力応答性のばらつきを減らす又は無くすようにする。具体的には、その波形信号（換言するならば波形信号の変調方式）に応じてバネ上制振制御量に相当するバネ上制振制御信号の位相補償を行うよう構成し、指令トルクと車速の領域全体での（換言するならば夫々の変調方式間における）バネ上制振制御量の出力応答性のばらつきを減らす又は無くすようにする。

【0094】

このバネ上制振制御装置には、その変調方式に応じたバネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の位相補償を行って出力応答性を補償するバネ上制振制御量調整手段を設ける。このバネ上制振制御量調整手段は、バネ上制振制御量演算手段5の一機能として設けてもよく、バネ上制振制御量演算手段5と加算器2aの間に設けてもよい。以下においては、前者を例に挙げて説明する。

【0095】

本実施例1のバネ上制振制御量演算手段5には、そのバネ上制振制御量調整手段としてのバネ上制振制御量応答性補償部5dを設けている。ここでは、そのバネ上制振制御量応答性補償部5dを駆動トルク換算部5cの後に配設し、その駆動トルク換算部5cで求めた基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）に対してモータ/ジェネレータ制御の変調方式に応じた位相の調整を実行させる。

【0096】

このバネ上制振制御量の位相補償制御は、上記で例示した変調方式が全て採用されている車両だけでなく、他の方式のものも含めた複数の中から少なくとも2つ以上採用されている車両に適用する。ここでは、3つの変調方式が採用されているものとし、その夫々を便宜上第1、第2及び第3の変調方式と称する。これが為、ここで例示するバネ上制振制御量応答性補償部5dには、図7に示す如く、第1から第3の変調方式毎に各々第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ を設ける。

【0097】

これら第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ は、変調方式に応じた位相補償を行えるのであれば如何様な構成のものであってもよい。例えば、これら第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ は、第1から第3の変調方式に各々対応させた第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ によって基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）を調整するものとして構成する。

10

20

30

40

50

ここでは、変調方式に応じた第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ の内の何れか1つを基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} に乘算し、これにより得られたバネ上制振制御トルク T_{wc} を最終的なバネ上制振制御量とすることで位相補償を行う。

【0098】

具体的に、バネ上制振制御量の位相補償制御については、変調方式が位相を進ませしてしまうものならば位相進み制御を行うものが考えられ、位相を遅らせてしまうものならば位相遅れ制御を行うものが考えられる。ここで、位相遅れ量や位相進み量は、予め変調方式毎に把握することができる。これが為、第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ は、その位相遅れ量又は位相進み量に応じた位相進み制御用又は位相遅れ制御用のものとして、変調方式毎に予め設定しておくことができる。位相進み制御用の第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ は、位相遅れ量に相当する位相進み量だけ基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）に伴う制御信号の位相を進ませしておくものである。一方、位相遅れ制御用の第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ は、位相進み量に相当する位相遅れ量だけ基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）に伴う制御信号の位相を遅らせておくものである。

【0099】

ここでは、位相進み制御を例に挙げて説明する。具体的に、位相進み制御用の各バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ 、 $K_2(s)$ 、 $K_3(s)$ は、夫々に、ラプラス演算子 s と時定数 1 、 2 、 3 を用いて、 $1 + 1 \cdot s$ 、 $1 + 2 \cdot s$ 、 $1 + 3 \cdot s$ となる。例えば、第1変調方式、第2変調方式、第3変調方式の順に位相遅れ量が大きくなると仮定する。この場合には、それと同じ順番で各バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ 、 $K_2(s)$ 、 $K_3(s)$ を大きくする。その際、或る1つの変調方式を基準にして、この基準の変調方式に対して他の変調方式が位相をどの程度遅らせるものであるのか、それともどの程度進ませるものであるのかに応じて第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ を決めてもよい。例えば、第1変調方式を基準の変調方式とした場合には、第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ を1に設定し、残りの第2及び第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ 、 $K_3(s)$ を1よりも大きい値に設定する。

【0100】

バネ上制振制御量応答性補償部5dは、モータ/ジェネレータ制御手段6から受け取った変調方式の情報に基づいて、第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ の内の何れか1つを選択する。実際には、第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ の内の何れか1つが既に選択されているので、受け取った情報から変調方式の切り替えと判断したときに、その新たな変調方式に対応するバネ上制振制御量調整部へと切り替える。これにより、基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）による制御信号は、このバネ上制振制御量応答性補償部5dにおいて、変調方式に合わせた進み量だけ位相が進められる。そして、この位相の進められた基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} （基準バネ上制振制御量）による制御信号が最終的なバネ上制振制御トルク T_{wc} （バネ上制振制御量）によるバネ上制振制御信号となる。他の変調方式に切り替わったときも同様のことが行われる。

【0101】

バネ上制振制御は、このようにして設定されたバネ上制振制御トルク T_{wc} （バネ上制振制御量）に基づいて実行される。その実行の際には、第2モータ/ジェネレータ32が切り替え後の変調方式で制御されるので、バネ上制振制御トルク T_{wc} によるバネ上制振制御信号の位相に遅れが生じる。しかしながら、予めその遅れ分の位相を進ませているので、バネ上制振制御においては、変調方式の切り替え前後でバネ上制振制御量の出力応答性のばらつきが解消されている。従って、本実施例1のバネ上制振制御装置によれば、変調方式の切り替えが行われても、指令トルクと車速の領域全体において（つまり夫々の変

10

20

30

40

50

調方式間における) バネ上制振制御量の出力応答性のばらつきを減らす又は無くすることができる。これにより、本実施例1のバネ上制振制御装置は、変調方式の種別に拘わらず各変調方式のバネ上制振制御量の出力応答性を補償することができるので、その領域全体で所望のバネ上制振制御を実行することができる。

【0102】

更に、ハイパスフィルタ(HPF)は、カットオフ周波数以上になると位相遅れが0となり、位相を進ませることができるので、変調方式が位相を遅らせてしまうときの第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ として利用することができる。また、第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ としては、振幅特性はそのまま位相遅れ量や位相進み量に応じて位相特性を変化させることのできるオールパスフィルタ(APF)を用いてもよい。また更に、第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ は、位相遅れ量を応答遅れに伴うむだ時間として捉えて所謂むだ時間制御を行うものにしてもよい。

10

【0103】

ここで、第1から第3のバネ上制振制御量調整部 $5d_1 \sim 5d_3$ 、つまり第1から第3のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ は、変調方式の切り替えに合わせて直ぐに切り替えてもよいが、次の様な切り替え方を適用してもよい。以下においては、現状で第1変調方式が採られており、そこから第2変調方式への切り替えが行われたと仮定して説明する。

【0104】

20

バネ上制振制御ではフィードバック制御が行われているので、変調方式が切り替わった直後には、切り替え前の変調方式のときの検出値等に基づいて基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} (基準バネ上制振制御量)が設定され、その基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} に対して新たな変調方式に応じた位相補償が為される。これが為、変調方式の切り替え直後のバネ上制振制御においては、適切な位相補償が行われていないので、バネ上制振制御量の出力応答性にばらつきを生じさせてしまう可能性がある。従って、これを回避すべく、変調方式の切り替え直後のバネ上制振制御量調整ゲインの切り替え方法を定めることが望ましい。

【0105】

例えば、バネ上制振制御量調整ゲインは、第1変調方式に応じた第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ から徐々に0まで低減させていき、0になってから第2変調方式に応じた第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ に切り替える方法が考えられる。このように、新たなバネ上制振制御量調整ゲインへの切り替えを一呼吸おいて行うことによって、バネ上制振制御量の出力応答性にばらつきを防ぐことができる。この場合のバネ上制振制御量調整ゲインは、第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ から0にした後、0から第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ まで徐々に増加させていってもよい。

30

【0106】

また、切り替え前後の第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ と第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ の差を徐々に埋めていくようにして、一呼吸おいて新たなバネ上制振制御量調整ゲインへの切り替えを行わせてよい。例えば、 $K_1(s) < K_2(s)$ の場合には、第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ から第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ まで徐々に増加させていく。

40

【0107】

また、変調方式の切り替え行われたときに、一定時間経過してから第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ への切り替えを実行してもよい。その際、第1バネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s)$ から第2バネ上制振制御量調整ゲイン $K_2(s)$ へと一気に切り替えてもよく、上記の如く徐々に切り替えてもよい。

【0108】

ところで、上記の例示においては駆動トルク換算部 $5c$ と加算器 $2a$ の間にバネ上制振制御量調整手段(バネ上制振制御量応答性補償部 $5d$)を設けたが、そのバネ上制振制御

50

量応答性補償部 5 d は、駆動トルク換算部 5 c の上流側に配設し、この駆動トルク換算部 5 c に入力される乗算値 $U(t)$ に対して同様の位相補償を行ってもよい。また、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、運転者要求トルク修正部 5 a₂ におけるゲイン K 又は γ 及び $F F$ 、 $F B$ 重み調整ゲイン制御部 5 b₂ における $F F$ 、 $F B$ 重み調整ゲインを補正してもよい。

【0109】

また、この例示のように位相補償を行うことによって、位相を遅らせたときには、バネ上制振制御におけるフィードバック制御の安定性の低下が懸念され、位相を進ませたときには、最終的なバネ上制振制御トルク T_{wc} (バネ上制振制御量) に乗るノイズの増加によってドライバビリティの低下が懸念される。これが為、その安定性が許容範囲を超えてしまう虞があるとき又はドライバビリティ低下の虞があるときには、これらを回避すべく、第 1 から第 3 のバネ上制振制御量調整ゲイン $K_1(s) \sim K_3(s)$ を調整することが望ましい。また、その回避の為に、運転者要求トルク修正部 5 a₂ におけるゲイン K 又は γ 及び $F F$ 、 $F B$ 重み調整ゲイン制御部 5 b₂ における $F F$ 、 $F B$ 重み調整ゲインを補正してもよい。

10

【0110】

また、この例示における位相補償については、例えば要求車両駆動トルク演算手段 2 で要求車両駆動トルク T_{dr} に対してなまし処理が行われる場合等の別の状況下で行ってもよい。つまり、なまし処理によって要求車両駆動トルク T_{dr} に係る制御信号の位相が遅れ、これに伴いバネ上制振制御トルク T_{wc} (バネ上制振制御量) に係る制御信号の位相も遅れるので、上記の位相進み制御等を行うことによって所望のバネ上制振制御が実行されるようになる。特に、図 7 に示すバネ上制振制御量応答性補償部 5 d については、複数のパターンでのなまし処理が実行される状況下において、その各々対応させてバネ上制振制御量調整ゲインを切り替えできるので有用なものとなる。

20

【0111】

[実施例 2]

本発明に係る車両のバネ上制振制御装置の実施例 2 を図 8 及び図 9 に基づいて説明する。

【0112】

前述した実施例 1 のバネ上制振制御装置においては、変調方式の種別に拘わらず、少なくとも 2 種類以上の変調方式間で切り替えが行われるのであれば、その夫々の変調方式に応じたバネ上制振制御量のバネ上制振制御信号の位相補償を行って、指令トルクと車速の領域全体における (つまり夫々の変調方式間における) バネ上制振制御量の出力応答性のばらつきを減らす又は無くすようにしている。

30

【0113】

しかしながら、その変調方式が過変調 PWM 制御方式のときには、前述したように、他の正弦波 PWM 制御方式等と比べて復調信号の波形に歪みを生じさせてしまう。これが為、このときには、バネ上制振制御量の出力応答性にばらつきを生じさせるだけでなく、指令と異なるバネ上制振制御量によるバネ上制振制御信号の周波数の波形を出力することもあるため、所望のバネ上制振制御が正しく実行できなくなる可能性が他の変調方式よりも高い。

40

【0114】

そこで、本実施例 2 においては、モータ/ジェネレータの制御時の変調方式が過変調 PWM 制御方式のときと他の変調方式のときとで異なる個別の対応を採ることにする。本実施例 2 のバネ上制振制御装置は、実施例 1 のバネ上制振制御装置においてバネ上制振制御量調整手段を以下の如く変更したものであり、その実施例 1 で例示したハイブリッド車両に適用するものとして説明する。尚、バネ上制振制御量調整手段は、実施例 1 と同等の位置に配置すればよい。以下においては、図 7 と同様の構成を例に挙げる。

【0115】

50

例えば、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d には、変調方式が過変調 P W M 制御方式のときにバネ上制振制御を禁止させる。その際、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、駆動トルク換算部 5 c の求めた基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} (基準バネ上制振制御量) を 0 にして、バネ上制振制御が禁止されるようにする。

【 0 1 1 6 】

また、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、変調方式が過変調 P W M 制御方式の場合に、バネ上制振制御を禁止せずに制限して、バネ上制振制御の出力応答性が補償されるように構成する。

【 0 1 1 7 】

例えば、本実施例 2 のバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、1 つのバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を有しており、このバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を増減させることによって変調方式の違いに対応させる。また、ここでは、変調方式として、過変調 P W M 制御方式とこれ以外の方式の 2 つの間で切り替えが行われるものとして例示する。

【 0 1 1 8 】

ここで、変調方式が過変調 P W M 制御方式の場合に復調信号の波形に歪みを生じさせるのは、基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} (基準バネ上制振制御量) の制御信号の振幅や周波数の内の少なくとも何れか一方が所定の範囲内にあるときに限られる。具体的に、その波形の歪みは、振幅が大きいほど、また、周波数が高いほど、生じやすい。これが為、バネ上制振制御の制限は、その振幅や周波数の内の少なくとも何れか一方が所定の範囲内にあるときに実行すればよく、その振幅や周波数の内の少なくとも何れか一方がその範囲外にあるときに実行する必要はない。従って、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、変調方式が過変調 P W M 制御方式の場合に、基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} (基準バネ上制振制御量) の制御信号の振幅や周波数の解析を行い、これにより得られた振幅や周波数の内の少なくとも何れか一方が所定の範囲内にあるときにバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を低減させ、その振幅や周波数の内の少なくとも何れか一方がその範囲外にあるときにバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値にする。ここでは、過変調 P W M 制御方式以外の変調方式におけるバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値として定めておく。

【 0 1 1 9 】

具体的に、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、図 8 のフローチャートに示す如く、モータ/ジェネレータ制御手段 6 から受け取った変調方式の情報に基づいて、変調方式が過変調 P W M 制御方式であるのか否かの判定を行う (ステップ S T 1)。

【 0 1 2 0 】

ここで、変調方式が過変調 P W M 制御方式であれば、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、駆動トルク換算部 5 c から受け取った基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} (基準バネ上制振制御量) の制御信号の振幅及び周波数の解析を行う (ステップ S T 2)。

【 0 1 2 1 】

そして、このバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、その解析された振幅及び周波数が夫々に所定の範囲内にあるのか否か判定する (ステップ S T 3)。例えば、このバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、解析された振幅と周波数を図 9 に示すマップデータに照らし合わせて判定する。その図 9 のマップデータは、振幅と周波数を夫々複数の範囲に区切ったものであり、解析された振幅と周波数が各々ハッチングで示す大振幅且つ高周波数の領域に合致すれば所定の範囲内にありとの判定を行い、その振幅と周波数の内の 1 つでもハッチング以外の領域にあれば所定の範囲内でないとの判定を行う。尚、このマップデータにおいては、 A_1, A_2, A_3, \dots の順に大きな振幅となり、 f_1, f_2, f_3, \dots の順に高い周波数となる。

【 0 1 2 2 】

バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、解析された振幅と周波数が夫々に所定の範囲内であれば、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値に対して低減させる (ステップ S T 4)。その低減代は、予め設定した一定量であってもよく、解析された振幅の大きさ

10

20

30

40

50

や周波数の高さに応じて変化させてもよい。これにより、このバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、低減後のバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} に乗算して最終的なバネ上制振制御トルク T_{wc} を求めることとなる。従って、このときには、他の変調方式のときよりも制限されたバネ上制振制御が実行される。

【0123】

バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を低減させた後、バネ上制振制御が制限された旨を示す制限履歴フラグを立てる（制限履歴フラグオン）（ステップ ST5）。

【0124】

一方、上記ステップ ST3 で振幅と周波数が夫々に所定の範囲内に無いと判定された場合、また、上記ステップ ST1 で変調方式が過変調 PWM 制御方式ではないと判定された場合、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、制限履歴フラグが立っているのか否かを判定する（ステップ ST6）。このステップ ST6 で制限履歴フラグが立っていなければ、本処理を終わらせる。例えば、このステップ ST6 の否定判定が上記ステップ ST3 の否定判定を経て為されたものならば、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値のまま変えずに処理を終わらせる。

【0125】

このバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、制限履歴フラグが立っていれば、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値まで復帰させるべく徐々に増加させる（ステップ ST7）。そして、バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ が基準値まで復帰したのか否かを判定し（ステップ ST8）、未だ復帰していなければ、上記ステップ ST1 に戻って、ステップ ST7 の復帰処理を続ける。これに対して、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ が基準値まで復帰していれば、このバネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、制限履歴フラグを降ろして（制限履歴フラグオフ）（ステップ ST9）、本処理を終わらせる。

【0126】

このように、本実施例 2 のバネ上制振制御装置によれば、変調方式が過変調 PWM 制御方式に切り替わって復調信号の波形に歪みを生じさせる可能性があるときには、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を基準値に対して低減させることによって、最終的なバネ上制振制御トルク T_{wc} を基準バネ上制振制御トルク T_{wc0} よりも減少させ、バネ上制振制御に制限をかける。つまり、このバネ上制振制御装置においては、変調方式に応じてバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ を調整し、これによりバネ上制振制御量に係るバネ上制振制御信号の振幅を調整することによって、バネ上制振制御を制限している。従って、そのバネ上制振制御は、他の変調方式との間におけるバネ上制振制御量の出力応答性のばらつきを減らした又は無くしたものとなる。これが為、本実施例 2 のバネ上制振制御装置は、変調方式の種別に拘わらず各変調方式のバネ上制振制御量の出力応答性を補償することができるので、指令トルクと車速の領域全体で所望のバネ上制振制御を実行することができるようになる。

【0127】

ここで、上記の例示においては、バネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ の調整によって最終的なバネ上制振制御トルク T_{wc} （バネ上制振制御量）を小さく抑えたが、そのバネ上制振制御量調整ゲイン $K(s)$ に替えて、バネ上制振制御量に対して制限をかける上下限ガード値やレートリミッタを利用してもよい。例えば、バネ上制振制御量には正の値も負の値もあるので、その上下限ガード値は、上限が正の値であり、下限が負の値である。この上下限ガード値は、上記ステップ ST3 で振幅と周波数が夫々に所定の範囲内に無いと判定されたときにバネ上制振制御量を制限しないようその上限と下限の幅を広くとる。ここでは、そのときの上限と下限を基準とする。バネ上制振制御量応答性補償部 5 d は、上記ステップ ST3 で振幅と周波数が夫々に所定の範囲内にあると判定されたときに、バネ上制振制御量が正の値であればその基準となる上下限ガード値（以下、「基準上下限ガード値」という。）の少なくとも上限値を小さい値に変更し、バネ上制振制御量が負の値

10

20

30

40

50

であれば基準上下限ガード値の少なくとも下限値を大きい値に変更する。

【0128】

また、変調方式が過変調PWM制御方式を含めて3つ以上ある場合には、変調方式が過変調PWM制御方式以外のときに実施例1と同様の位相補償を実行するよう構成してもよい。

【0129】

ところで、以上示した各実施例1, 2においては、駆動源として用意されているモータ/ジェネレータ(第2モータ/ジェネレータ32)のモータジェネレータ制御量を制御してバネ上制振制御を行うハイブリッド車両又は電気自動車について例示した。しかしながら、これら実施例1, 2における本発明は、必ずしもかかる形態に限定するものではない。

10

【0130】

例えば、波形信号によって駆動されるモータを駆動源として備えたハイブリッド車両又は電気自動車においては、そのモータのモータ制御量(駆動制御量)を調整してバネ上制振制御を実行させてもよい。このバネ上制振制御は、そのモータを制御するモータ制御手段(駆動源制御手段)に実行させる。この車両には、波形信号(波形信号の変調方式)に応じてバネ上制振制御量に係るバネ上制振制御信号の位相又は振幅を調整する各実施例1, 2と同様のバネ上制振制御量調整手段が設けられている。更に、波形信号によって駆動されるモータとしても作動可能なジェネレータを駆動源として備えたハイブリッド車両又は電気自動車においては、そのジェネレータにおけるモータ制御量(駆動制御量)を調整してバネ上制振制御を実行させてもよい。このバネ上制振制御は、そのジェネレータを制御するジェネレータ制御手段(駆動源制御手段)に実行させる。この車両にも、波形信号(波形信号の変調方式)に応じてバネ上制振制御量に係るバネ上制振制御信号の位相又は振幅を調整する各実施例1, 2と同様のバネ上制振制御量調整手段が設けられている。

20

【0131】

また、各実施例1, 2においては、モータ/ジェネレータの変調方式の違いによる出力の応答性の変化に対応させるべく、バネ上制振制御量の位相補償を実行するよう構成した。しかしながら、駆動源の応答性が変化する要因は、必ずしも上記の例示に限定するものではない。

【0132】

例えば、モータ/ジェネレータ、モータ及びジェネレータは、それ自体又は周囲の温度等に応じて出力の応答性が変わる。これが為、このときにもバネ上制振制御量の出力応答性が低下してしまう可能性がある。従って、上述した各実施例1, 2のバネ上制振制御量調整手段は、このときにも各実施例1, 2と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい。

30

【0133】

また、モータ/ジェネレータ、モータ及びジェネレータは、バッテリー41の残存充電量(所謂SOC)の低下時にも出力の応答性が低下する可能性がある。これが為、その低下時にもバネ上制振制御量の出力応答性が低下してしまう可能性がある。従って、上述した各実施例1, 2のバネ上制振制御量調整手段は、その際に各実施例1, 2と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい。

40

【0134】

また、エンジン10がガソリン燃料を使うガソリンエンジンの場合には、そのエンジン10が低回転且つ高トルクで運転しており、その際にトルク変化勾配が大きくなっているときに、エンジン10の出力の応答性が低下して、バネ上制振制御量の出力応答性が低下する可能性がある。従って、上述した各実施例1, 2のバネ上制振制御量調整手段は、かかる状況下において各実施例1, 2と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい。また、エンジン10が軽油燃料を使うディーゼルエンジンの場合には、そのエンジン10が低回転で運転しているときに、エンジン10の出力の応答性が低下して、バネ上制振制御量の出力応答性が低下する可能性がある。

50

従って、上述した各実施例 1, 2 のバネ上制振制御量調整手段は、かかる状況下において各実施例 1, 2 と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい

【0135】

ここで、バネ上制振制御は、エンジン 10 のエンジン制御量を調整することで行ってもよい。この場合には、エンジン制御手段 4 がバネ上制振制御実行手段としての機能も備えることになり、エンジン 10 の運転状態が上記の各条件内の少なくとも 1 つに合致した際に、バネ上制振制御量調整手段がバネ上制振制御量の位相補償制御を行う。これが為、そのバネ上制振制御量の位相補償制御については、エンジン 10 (ガソリンエンジン又はディーゼルエンジン) とモータ/ジェネレータ (ここでは第 2 モータ/ジェネレータ 32) を有するハイブリッド車両だけでなく、そのエンジン 10 のみを駆動源として備えた所謂ガソリン車又はディーゼル車に適用してもよい。

10

【0136】

また、バネ上制振制御は、エンジン 10 のエンジン制御量とモータ/ジェネレータのモータジェネレータ制御量の双方を調整して行ってもよい。この場合には、エンジン 10 の方がモータ/ジェネレータよりも出力の応答性の点で劣るので、エンジン 10 の負担するバネ上制振制御量が多いほど、バネ上制振制御量の出力応答性が低下してしまう可能性がある。従って、上述した各実施例 1, 2 のバネ上制振制御量調整手段は、かかる状況下において各実施例 1, 2 と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい。

20

【0137】

また、ハイブリッド車両やガソリン車等の車両の形態に関係なく、その車両の変速機を低速段にして走行しているときには、共振周波数が低くなるので、その変速機の駆動制御量の駆動輪 WL, WR 側への伝達応答性が低下する可能性がある。これが為、その変速機を含む駆動制御量伝達装置 (例えば動力分割機構 20 及び動力伝達機構 50) における駆動制御量の伝達応答性が低くなり、その際にもバネ上制振制御量の出力応答性が低下してしまう可能性がある。従って、上述した各実施例 1, 2 のバネ上制振制御量調整手段は、その際に各実施例 1, 2 と同様のバネ上制振制御量の位相補償制御を実行して、バネ上制振制御量の位相を進めてもよい。

【0138】

このように、駆動源や駆動制御量伝達装置の応答性の変化する状況を幾つか例として挙げたが、これら以外の駆動源又は駆動制御量伝達装置の内の少なくとも 1 つの応答性が変化する場合にも、バネ上制振制御量の位相補償制御を実行させることができる。つまり、少なくとも路面の凹凸によって生じた車輪速度の変動に基づく波形信号が重畳された駆動源の駆動制御量を出力させることにより前記変動を抑制してバネ上振動を抑える車両において、駆動源又は当該駆動源から出力された駆動制御量を駆動輪に伝達する駆動制御量伝達装置の内の少なくとも 1 つの応答性が或る基準となる応答性よりも低い場合には、その基準となる応答性よりも高い場合に比べてその波形信号の位相を進めればよい。これにより、バネ上制振制御量が適切に調整されて、このバネ上制振制御量の出力応答性が補償されるので、所望のバネ上制振制御を実行することができるようになる。

30

40

【産業上の利用可能性】

【0139】

以上のように、本発明に係る車両のバネ上制振制御装置は、バネ上制振制御の精度低下を抑える技術に有用である。

【符号の説明】

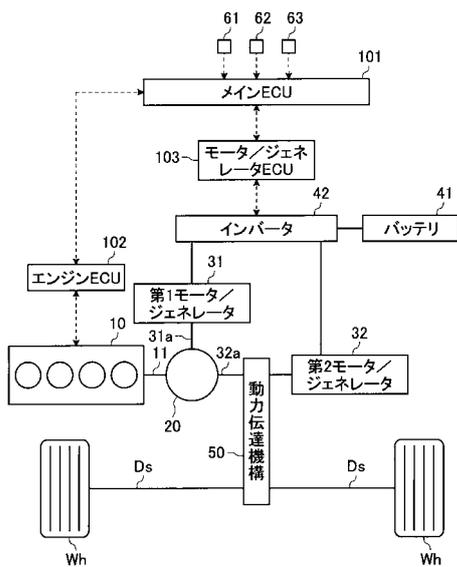
【0140】

- 1 運転者要求トルク演算手段
- 2 要求車両駆動トルク演算手段
- 2 a 加算器
- 3 エンジン制御量演算手段

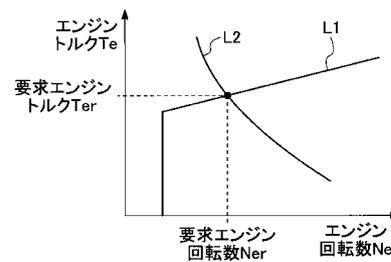
50

- 4 エンジン制御手段
- 5 バネ上制振制御量演算手段
 - 5 c 駆動トルク換算部
 - 5 d バネ上制振制御量応答性補償部
 - 5 d₁ ~ 5 d₃ 第1から第3のバネ上制振制御量調整部
- 6 モータ/ジェネレータ制御手段
- 7 モータジェネレータ制御量演算手段
- 10 エンジン
 - 20 動力分割機構
 - 31 第1モータ/ジェネレータ
 - 32 第2モータ/ジェネレータ
- 41 バッテリ
- 42 インバータ
- 43 システム電圧設定手段
- 50 動力伝達機構
 - 101 メインECU
 - 102 エンジンECU
 - 103 モータ/ジェネレータECU
- 101 メインECU
- 102 エンジンECU
- 103 モータ/ジェネレータECU

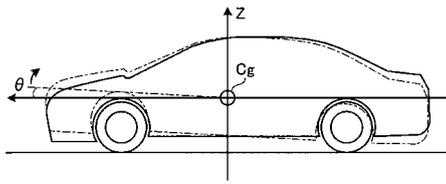
【図1】



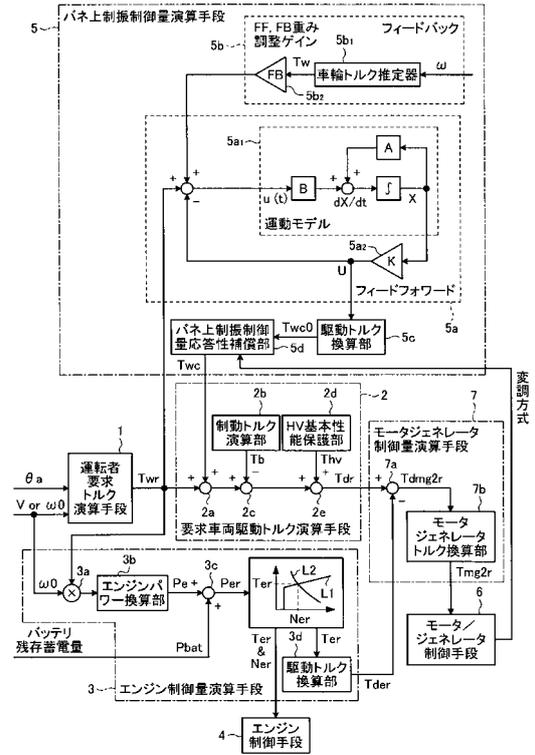
【図2】



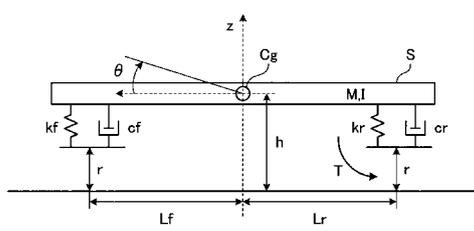
【図3】



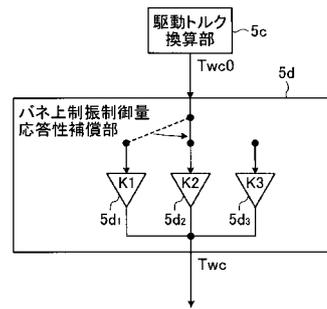
【図4】



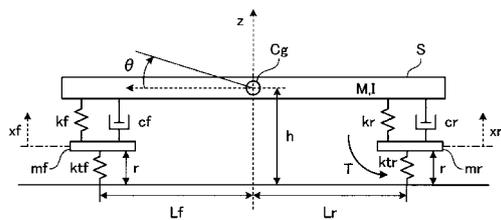
【図5】



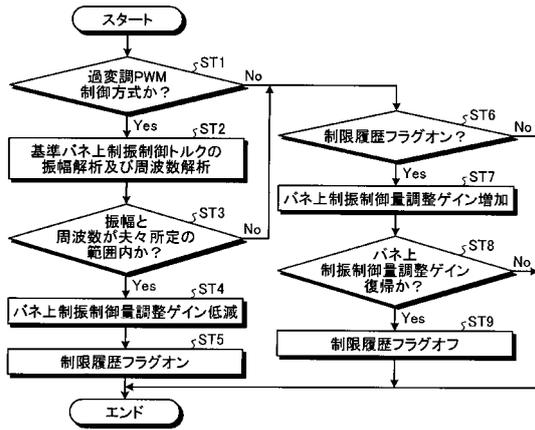
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

周波数	f1~f2	f2~f3	f3~f4	f4~f5
振幅				
A1~A2				
A2~A3				
A3~A4				
A4~A5				

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 091306 (JP, A)
特開2005 - 065408 (JP, A)
特開2000 - 125410 (JP, A)
特開2008 - 167612 (JP, A)
特開2008 - 179196 (JP, A)
特開2010 - 137724 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12
B60L 7/00 - 13/00
B60L 15/00 - 15/42
B60K 6/20 - 6/547
B60W 10/00 - 20/00