

(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2017-178016
(P2017-178016A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 O W 10/08 (2006.01)	B 6 O W 10/08 9 0 0	3 D 2 0 2
B 6 O K 6/48 (2007.10)	B 6 O K 6/48 Z H V	5 H 1 2 5
B 6 O K 6/54 (2007.10)	B 6 O K 6/54	
B 6 O W 20/17 (2016.01)	B 6 O W 20/17	
B 6 O L 11/14 (2006.01)	B 6 O L 11/14	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-67259 (P2016-67259)	(71) 出願人	000000170
(22) 出願日	平成28年3月30日 (2016.3.30)		いすゞ自動車株式会社
			東京都品川区南大井6丁目26番1号
		(74) 代理人	110001368
			清流国際特許業務法人
		(74) 代理人	100129252
			弁理士 昼間 孝良
		(74) 代理人	100155033
			弁理士 境澤 正夫
		(74) 代理人	100163061
			弁理士 山田 祐樹
		(72) 発明者	甲斐 志誠
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内

最終頁に続く

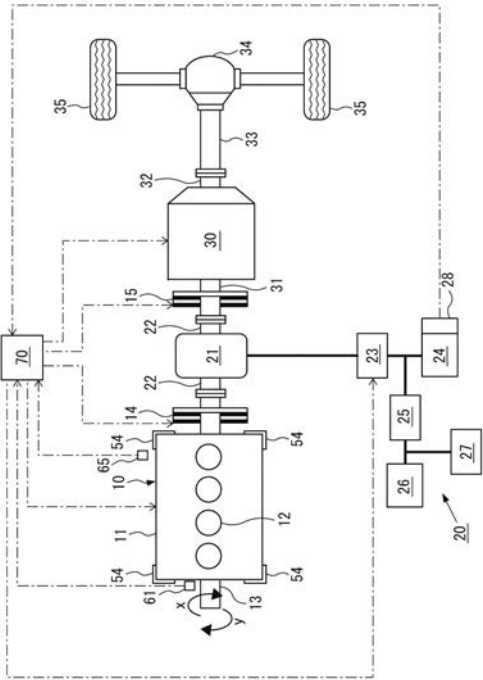
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】エンジンの停止時におけるエンジンとエンジンマウントとの共振による振動を確実に抑制するハイブリッド車両及びその制御方法を提供する。

【解決手段】クランク角センサ61と制御装置70とを備え、エンジン10の停止動作が開始されてからエンジン回転速度N_eがゼロになるまでの期間のうちの共振期間Δtを少なくとも含む期間で、エンジンマウント54の弾性係数Eに基づいて、制御装置70により、共振周波数f_bが算出されて、モータージェネレーター21のトルクT_mの正負がその共振周波数f_bに同期して切り替わり、角加速度αに基づいて、制御装置70により、角加速度αが正の場合にモータージェネレーター21のトルクT_mが負になる一方で、角加速度αが負の場合にモータージェネレーター21のトルクが正になる構成にした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エンジンと、このエンジンを車体に支持するエンジンマウントと、前記エンジンの動力を駆動輪に伝達する出力軸に接続されたモータージェネレーターと、を備えたハイブリッド車両において、

前記出力軸における回転の角加速度を取得する角加速度取得装置と、この角加速度取得装置に接続されて、前記エンジン及び前記モータージェネレーターを制御する制御装置と、を備え、

この制御装置により、

前記出力軸の一方の回転方向を正方向とし、この正方向と逆方向の回転方向を負方向とし、前記出力軸の正方向に働くトルクを正のトルクとし、前記出力軸の負方向に働くトルクを負のトルクとして、

前記エンジンの停止動作が開始されてからエンジン回転速度がゼロになるまでの期間のうちの前記エンジンと前記エンジンマウントとが共振する共振期間を少なくとも含む期間で、

前記エンジンマウントの弾性係数に基づいて、前記エンジンと前記エンジンマウントとの共振周波数が算出されて、前記モータージェネレーターのトルクの正負がその共振周波数に同期して切り替わり、

前記角加速度取得装置の取得した角加速度に基づいて、前記角加速度が正の場合に前記モータージェネレーターのトルクが負になる一方で、前記角加速度が負の場合に前記モータージェネレーターのトルクが正になる構成にしたことを特徴とするハイブリッド車両。

【請求項 2】

前記エンジンマウントの周囲の温度を取得する温度取得装置を備え、

前記温度取得装置が取得した温度に基づいて、前記制御装置により、前記共振周波数が算出される構成にした請求項 1 に記載のハイブリッド車両。

【請求項 3】

前記エンジンの停止動作が開始されてから前記角加速度取得装置が取得した角加速度の最初のピークに基づいて、前記制御装置により、そのピークを起点として前記モータージェネレーターのトルクの正負を切り替える構成にした請求項 1 又は 2 に記載のハイブリッド車両。

【請求項 4】

エンジンマウントにより車体に支持されたエンジンの停止時に、エンジンの駆動力を駆動輪に伝達する出力軸に接続されたモータージェネレーターのトルクを制御するハイブリッド車両の制御方法において、

前記出力軸の一方の回転方向を正方向とし、この正方向と逆方向の回転方向を負方向とし、前記出力軸の正方向に働くトルクを正のトルクとし、前記出力軸の負方向に働くトルクを負のトルクとして、

前記エンジンの停止動作が開始されてからエンジン回転速度がゼロになるまでの期間のうちの前記エンジンの振動と前記エンジンマウントの振動とが共振する共振期間を少なくとも含む期間で、

前記エンジンマウントの弾性係数に基づいて、前記エンジンと前記エンジンマウントとの共振周波数を取得し、

前記出力軸における回転の角加速度を取得し、

前記共振周波数に同期させて、前記角加速度が正の場合に前記モータージェネレーターのトルクを負に、前記角加速度が負の場合に前記モータージェネレーターのトルクを正にそれぞれ切り替えることを特徴とするハイブリッド車両の制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ハイブリッド車両及びその制御方法に関し、更に詳しくは、エンジンの停止

10

20

30

40

50

時における振動を抑制するハイブリッド車両及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、燃費向上及び環境対策などの観点から、車両の運転状態に応じて複合的に制御されるエンジン及びモータージェネレーターを有するハイブリッドシステムを備えたハイブリッド車両（以下「HEV」という。）が注目されている。このHEVにおいては、車両の加速時や発進時には、モータージェネレーターによる駆動力のアシストが行われる一方で、慣性走行時や減速時にはモータージェネレーターによる回生発電が行われる。

【0003】

このようなハイブリッド車両に関して、エンジンの停止時にモータージェネレーターのトルクの正負を切り替える装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この装置においては、エンジンとそのエンジンを車体に支持するエンジンマウントとの共振によるロール振動に基づいて、制御装置により、モータージェネレーターのトルクの正負が切り替わっている。そして、そのトルクの正負が切り替わることにより、共振に起因したロール振動が抑制されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-127097号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記の装置においては、ロール振動により生じたロール角加速度に基づいてモータージェネレーターのトルクの正負が切り替わっている。つまり、この装置では、エンジンとエンジンマウントとの共振が生じてから、その共振によるロール振動を抑制する制御が開始されている。つまり、共振の発生に対してその制御の開始が遅れることにより、その応答遅れにより、制御の開始までの間に発生する共振による振動を防止しきれないという問題があった。

【0006】

そこで、本発明の目的は、エンジンの停止時におけるエンジンとエンジンマウントとの共振による振動を確実に抑制することができるハイブリッド車両及びその制御方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成する本発明のハイブリッド車両は、エンジンと、このエンジンを車体に支持するエンジンマウントと、前記エンジンの動力を駆動輪に伝達する出力軸に接続されたモータージェネレーターと、を備えたハイブリッド車両において、前記出力軸における回転の角加速度を取得する角加速度取得装置と、この角加速度取得装置に接続されて、前記エンジン及び前記モータージェネレーターを制御する制御装置と、を備え、この制御装置により、前記出力軸の一方の回転方向を正方向とし、この正方向と逆方向の回転方向を負方向とし、前記出力軸の正方向に働くトルクを正のトルクとし、前記出力軸の負方向に働くトルクを負のトルクとして、前記エンジンの停止動作が開始されてからエンジン回転速度がゼロになるまでの期間のうちの前記エンジンと前記エンジンマウントとが共振する共振期間を少なくとも含む期間で、前記エンジンマウントの弾性係数に基づいて、前記エンジンと前記エンジンマウントとの共振周波数が算出されて、前記モータージェネレーターのトルクの正負がその共振周波数に同期して切り替わり、前記角加速度取得装置の取得した角加速度に基づいて、前記角加速度が正の場合に前記モータージェネレーターのトルクが負になる一方で、前記角加速度が負の場合に前記モータージェネレーターのトルクが正になる構成にしたことを特徴とするものである。

40

【0008】

50

また、上記の目的を達成する本発明のハイブリッド車両の制御方法は、エンジンマウントにより車体に支持されたエンジンの停止時に、エンジンの駆動力を駆動輪に伝達する出力軸に接続されたモータージェネレーターのトルクを制御するハイブリッド車両の制御方法において、前記出力軸の一方の回転方向を正方向とし、この正方向と逆方向の回転方向を負方向とし、前記出力軸の正方向に働くトルクを正のトルクとし、前記出力軸の負方向に働くトルクを負のトルクとして、前記エンジンの停止動作が開始されてからエンジン回転速度がゼロになるまでの期間のうちの前記エンジンの振動と前記エンジンマウントの振動とが共振する共振期間を少なくとも含む期間で、前記エンジンマウントの弾性係数に基づいて、前記エンジンと前記エンジンマウントとの共振周波数を取得し、前記出力軸における回転の角加速度を取得し、前記共振周波数に同期させて、前記角加速度が正の場合に前記モータージェネレーターのトルクを負に、前記角加速度が負の場合に前記モータージェネレーターのトルクを正にそれぞれ切り替えることを特徴とする方法である。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0009】

本発明のハイブリッド車両及びその制御方法によれば、エンジンの停止時に、モータージェネレーターのトルクの正負の切り替えをエンジンマウントの弾性係数に応じた共振周波数に同期させて、そのトルクを出力軸の角加速度変化を打ち消す方向に発生させる。つまり、共振周波数に応じてモータージェネレーターのトルクを切り替えるタイミングを図るので、実際にエンジンとエンジンマウントとの共振を測定しなくても、共振期間における出力軸の角加速度変化を抑制できるのである。従って、共振に対する制御の応答遅れを回避して、エンジンの停止時におけるエンジンとエンジンマウントとの共振に起因した振動を確実に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態からなるハイブリッド車両の構成図である。

【図2】周波数比と振動伝達率との関係を例示する相関図である。

【図3】エンジンの停止時における時間とエンジン回転速度との関係を例示する相関図である。

【図4】本発明のハイブリッド車両の制御方法を例示するフロー図である。

【図5】エンジンマウントの周囲の温度と弾性係数との関係を例示する図である。

【図6】エンジンマウントの周囲の温度と、共振周波数及び共振の振動レベルとの関係を例示する図である。

【図7】図4の共振周波数を算出するステップの詳細を例示するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態からなるハイブリッド車両を示す。なお、以下の説明では、クランクシャフト13の回転方向を正方向xとし、その回転方向の反対方向を負方向yとする。

【0012】

このハイブリッド車両（以下「HEV」という。）は、普通乗用車又はバスやトラックなどの大型自動車であり、エンジン10、モータージェネレーター21及びトランスミッション30と、運転状態に応じて車両を複合的に制御するハイブリッドシステム20とを主に備えている。

【0013】

エンジン10においては、エンジン本体11に形成された複数（この例では4個）の気筒12内における燃料の燃焼により発生した熱エネルギーにより、クランクシャフト13が回転駆動される。このエンジン10には、ディーゼルエンジンやガソリンエンジンが用いられる。クランクシャフト13の一端は、エンジンクラッチ14（例えば、湿式多板クラッチなど）を介してモータージェネレーター21の回転軸22の一端に接続されている。

【 0 0 1 4 】

モータージェネレーター 2 1 には、発電運転が可能な永久磁石式の交流同期モーターが用いられている。このモータージェネレーター 2 1 の回転軸 2 2 の他端は、トランスミッションクラッチ 1 5 (例えば、湿式多板クラッチなど)を通じて、トランスミッション 3 0 のインプットシャフト 3 1 に接続されている。

【 0 0 1 5 】

トランスミッション 3 0 には、H E V の運転状態と予め設定されたマップデータとに基づいて決定された目標変速段へ自動的に変速する A M T 又は A T が用いられている。なお、トランスミッション 3 0 は、A M T のような自動変速式に限るものではなく、ドライバーが手動で変速するマニュアル式であってもよい。

10

【 0 0 1 6 】

トランスミッション 3 0 で変速された回転動力は、アウトプットシャフト 3 2 に接続されたプロペラシャフト 3 3 を通じてデファレンシャル 3 4 に伝達され、後輪である一對の駆動輪 3 5 にそれぞれ駆動力として分配される。

【 0 0 1 7 】

ハイブリッドシステム 2 0 は、モータージェネレーター 2 1 と、そのモータージェネレーター 2 1 に電氣的に接続するインバーター 2 3、高電圧バッテリー 2 4、D C / D C コンバーター 2 5 及び低電圧バッテリー 2 6 とを有している。

【 0 0 1 8 】

高電圧バッテリー 2 4 としては、リチウムイオンバッテリーやニッケル水素バッテリーなどが好ましく例示される。また、低電圧バッテリー 2 6 には鉛バッテリーが用いられる。

20

【 0 0 1 9 】

D C / D C コンバーター 2 5 は、高電圧バッテリー 2 4 と低電圧バッテリー 2 6 との間における充放電の方向及び出力電圧を制御する機能を有している。また、低電圧バッテリー 2 6 は、各種の車両電装品 2 7 に電力を供給する。

【 0 0 2 0 】

このハイブリッドシステム 2 0 における種々のパラメータ、例えば、電流値、電圧値や S O C などは、B M S 2 8 により検出される。

【 0 0 2 1 】

これらのエンジン 1 0 及びハイブリッドシステム 2 0 は、制御装置 7 0 により制御される。具体的には、H E V の発進時や加速時には、ハイブリッドシステム 2 0 は高電圧バッテリー 2 4 から電力を供給されたモータージェネレーター 2 1 により駆動力の少なくとも一部をアシストする。その一方で、慣性走行時や制動時には、モータージェネレーター 2 1 による回生発電を行い、プロペラシャフト 3 3 等に発生する余剰の運動エネルギーを電力に変換して高電圧バッテリー 2 4 を充電する。また、この H E V は、エンジンクラッチ 1 4 を断状態、かつトランスミッションクラッチ 1 5 を接状態にすることで、モータージェネレーター 2 1 のみを駆動源とする、いわゆるモーター単独走行が可能となる。

30

【 0 0 2 2 】

なお、モータージェネレーター 2 1 を接続するエンジン 1 0 の駆動力を駆動輪 3 5 に伝達する出力軸としては、クランクシャフト 1 3、トランスミッション 3 0 の各シャフト、及びプロペラシャフト 3 3 が例示される。また、モータージェネレーター 2 1 とそれらの出力軸との接続機構としては、回転軸 2 2 に取り付けられた第 1 プーリーとそれらの出力軸に取り付けられた第 2 プーリーとの間に無端状のベルト状部材を掛け回した機構、ギアボックスなどの減速機構、及び P T O などの動力取り出し機構などが例示される。

40

【 0 0 2 3 】

また、この H E V は、エンジン 1 0 を図示しない車体に支持する複数のエンジンマウント 5 4 を備えている。エンジンマウント 5 4 は、エンジン本体 1 1 の下端と車体の上端との間に介在し、上下方向に弾性変形可能に構成されている。このエンジンマウント 5 4 としては、エンジン本体 1 1 の下端と車体の上端との間に介在されたゴムなどの弾性体を有

50

する構成が例示される。また、弾性体の代わりに液体が封入されたチャンバーを有してもよい。

【0024】

この種のエンジンマウント54を備えたHEVにおいては、例えば、HEVが停止し、エンジン10を停止する条件が成立した場合（所謂アイドルストップ状態）に制御装置70がエンジン10の停止を決定すると、制御装置70によりエンジン10の停止指令が発せられる。次いで、その停止指令を受けてエンジン10の停止動作が開始される。具体的な停止動作としては、エンジン本体11の図示しないインジェクタの燃料噴射の停止が例示される。そして、エンジン10のエンジン回転速度 N_e がゼロになり、エンジン10が停止する。

10

【0025】

図2は、周波数比（ f_a / f_b ）と振動伝達率との関係を例示している。なお、 f_a はエンジン10における振動の周波数を、 f_b はエンジン10とエンジンマウント54との共振周波数をそれぞれ示している。

【0026】

エンジン10における振動の周波数 f_a は、気筒12の配列によってその主成分が決まっている。例えば、この実施形態のように直列四気筒の場合は回転の二次成分が主成分となっている。つまり、ここでいう周波数 f_a としては、エンジン10のエンジン回転速度 N_e がアイドル回転速度以上に設定された常用回転速度の場合での二次成分の周波数のことを示している。

20

【0027】

エンジン10とエンジンマウント54との共振周波数 f_b は、その周波数 f_a に基づいて、常用回転速度における振動伝達率が1より小さい領域になるように設定されている。つまり、エンジン回転速度 N_e が常用回転速度の場合に、周波数比 f_a / f_b が「1」より大きい範囲になるので、エンジン10の停止の過程で、周波数比 f_a / f_b が「1」の共振点を通過することになる。この共振点の通過時に顕著な共振が生じることになる。

【0028】

図3は、エンジン10の停止時における時間経過とエンジン回転速度との関係を例示している。なお、図中では、実線がエンジン10のクランクシャフト13の回転変動を示している。時間 t_1 で、制御装置70により、エンジン10の停止指令が発せられて、エンジン10の停止動作が開始される。この停止動作によりエンジン回転速度 N_e が遅くなると、クランクシャフト13の角加速度 α が、周波数 f_a に応じて正方向 x に増加したり、負方向 y に増加したりする。そして、時間 t_2 から時間 t_3 までの間の共振期間 Δt で、周波数 f_a と共振周波数 f_b とが一致するので、エンジン10とエンジンマウント54との共振が発生する。特に、時間 t_4 で、共振点を通過するときに顕著な共振が発生する。

30

【0029】

そこで、上記のHEVにおいて、出力軸における回転の角加速度 α を取得する角加速度取得装置（以下、クランク角センサ）61と、このクランク角センサ61に接続されて、エンジン10及びモータージェネレーター21を制御する制御装置70と、を備えて構成される。そして、このHEVは、エンジン10が停止するまでの所定の期間で、エンジンマウント54の弾性係数 E に基づいて、制御装置70により、エンジン10とエンジンマウント54との共振周波数 f_b が算出されて、モータージェネレーター21のトルク T_m の正負がその共振周波数 f_b に同期して切り替わる構成である。また、このときに、角加速度 α に基づいて、制御装置70により、角加速度 α が正の場合にモータージェネレーター21のトルクが負になる一方で、角加速度 α が負の場合にモータージェネレーター21のトルクが正になる構成である。

40

【0030】

なお、ここでは、クランクシャフト13の正方向 x に働くトルクを正のトルクとし、クランクシャフト13の負方向 y に働くトルクを負のトルクとしている。つまり、モータージェネレーター21のトルクが正になることは、モータージェネレーター21からクラン

50

クシャフト 13 に駆動力が付与されることである。一方で、モータージェネレーター 21 のトルクが負になることは、クランクシャフト 13 から伝達される駆動力によりモータージェネレーター 21 が発電することである。

【0031】

また、この H E V は、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a を取得する温度取得装置（以下、温度センサ）65 を備え、その温度 T_a に基づいて、制御装置 70 により、共振周波数 f_b が算出される構成である。

【0032】

クランク角センサ 61 は、クランクシャフト 13 のクランク角を検出するセンサである。このクランク角センサ 61 は、パルス信号によりクランク角を検出している。そこで、制御装置 70 により、そのパルス信号間の時間を計測することで、クランクシャフト 13 の角加速度 α が取得される。角加速度取得装置としては、この実施形態においては出力軸としてクランクシャフト 13 が例示されているので、クランクシャフト 13 における回転の角加速度 α を検知するクランク角センサ 61 が例示される。この角加速度取得装置としては、クランク角センサ 61 の他に、クランクシャフト 13 の回転の角加速度 α を取得可能な回転速度センサが例示される。

【0033】

温度センサ 65 は、この実施形態で、エンジン 10 の冷却水の温度を計測するセンサである。制御装置 70 により、温度センサ 65 を介して取得したエンジン 10 の冷却水の温度に基づいて、エンジンルーム内の温度からエンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a を推定する。

【0034】

なお、この温度取得装置としては、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a が取得可能なものであればよく、温度センサ 65 の他に、エンジンマウント 54 の周囲に配置されて、その周囲の温度 T_a を検知するセンサや外気温を検知するセンサが例示される。エンジンマウント 54 の弾性係数 E は、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a に対して変化するので、温度取得装置としては、エンジンマウント 54 の周囲に配置された温度センサ 65 が好ましく例示される。また、エンジンマウント 54 に配置されて、そのエンジンマウント 54 の温度を直接的に検知するセンサも例示される。

【0035】

制御装置 70 は、各種処理を行う C P U、その各種処理を行うために用いられるプログラムや処理結果を読み書き可能な内部記憶装置、及び各種インターフェースなどから構成される。この制御装置 70 は、信号線（一点鎖線で示す）を介してクランク角センサ 61 及び温度センサ 65 のそれぞれに接続される。また、制御装置 70 は、信号線を介してエンジン本体 11 及びモータージェネレーター 21 のトルクを制御するインバーター 23 のそれぞれに接続される。

【0036】

この制御装置 70 の内部記憶装置に記憶された実行プログラムとしては、エンジン 10 の停止時に実行されるモータージェネレーター 21 の出力制御プログラムが例示される。

【0037】

出力制御プログラムは、エンジン 10 の停止指令に基づいて実行されるプログラムである。そして、この出力制御プログラムは、エンジン 10 の停止指令が発せられてからエンジン 10 のエンジン回転速度 N_e がゼロになるまでの期間のうちの共振期間 Δt を少なくとも含む期間で、モータージェネレーター 21 のトルクの正負を切り替えるプログラムである。なお、制御装置 70 は、この出力制御プログラムに代えて、その機能要素を有したハードウェアを備えてもよい。

【0038】

共振期間 Δt は、エンジン 10 における振動の周波数 f_a と、エンジンマウント 54 の共振周波数 f_b とが一致する、つまり周波数比 f_a / f_b が「1」になる共振点とその共振点の前後とを含む期間である。図 3 においては、時間 t_4 が共振点になり、その前後の

10

20

30

40

50

間隔を含む時間 t_2 から時間 t_3 まだが共振期間 Δt になる。

【0039】

しかし、この共振期間 Δt については、高精度に測定することが難しく、また、その開始時間を測定するようにすると、制御の応答遅れが生じる。そこで、エンジン 10 の停止指令が発せられて、エンジン 10 の停止動作が開始されたとき（時間 t_1 ）からエンジン回転速度 N_e がゼロになるまでの期間で、時間 t_1 と t_2 の間の初めの角加速度のピーク P_1 を検知し、そこを起点としてモータジェネレーター 21 のトルク T_m の正負を切り替えることが好ましい。このようにモータジェネレーター 21 を制御することで、共振に対するその制御の応答遅れを回避するのに有利になる。

【0040】

この H E V の制御方法を、制御装置 70 の機能として図 4 に基づいて以下に説明する。この制御方法は、上記のとおり、制御装置 70 がエンジン 10 の停止指令を発せられたときから開始される。

【0041】

まず、エンジン 10 の停止指令が発せられると、制御装置 70 が、エンジンマウント 54 の弾性係数 E に応じた共振周波数 f_b を算出する（S10）。エンジンマウント 54 の弾性係数 E は、エンジンマウント 54 の構成により基準となる値が設定されている。また、共振周波数 f_b は、その弾性係数 E に対して正の相関になる。従って、このステップにおいては、予め実験や試験によりエンジンマウント 54 の弾性係数 E を求めておき、その弾性係数 E に応じた共振周波数 f_b を内部記憶装置に記憶させておくといよい。

【0042】

一方で、この弾性係数 E は、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a により変化する値である。つまり、共振周波数 f_b は、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a に基づいて算出することが望ましい。この共振周波数 f_b の算出方法の詳細については、後述する。

【0043】

次いで、制御装置 70 が、信号線を介してクランク角センサ 61 の検出値を取得し、クランクシャフト 13 の角加速度 α を取得する（S20）。より詳しくは、このステップで、角加速度 α の正負を取得する。

【0044】

なお、ここでいう角加速度 α が正になる場合は、角加速度 α が正方向 x の場合であり、角加速度 α が負になる場合は、角加速度 α が負方向 y の場合である。

【0045】

次いで、制御装置 70 が、算出した共振周波数 f_b に同期させて、取得した角加速度 α が正の場合に、モータジェネレーター 21 のトルク T_m を負に切り替える。一方で、角加速度 α が負の場合に、モータジェネレーター 21 のトルク T_m を正に切り替える（S30）。より具体的には、エンジン 10 の停止指令が発生してから、最初の角加速度 α のピーク P_1 を起点にしてモータジェネレーター 21 のトルク T_m の正負を切り替える。

【0046】

つまり、角加速度 α が正の場合に、クランクシャフト 13 からの駆動力によりモータジェネレーター 21 を発電させることで、正方向 x の角速度変化を打ち消す。また、角加速度 α が負の場合に、モータジェネレーター 21 によりクランクシャフト 13 に駆動力を付与することで、負方向 y の角速度変化を打ち消す。

【0047】

次いで、制御装置 70 が、信号線を介してクランク角センサ 61 の検出値を取得し、エンジン回転速度 N_e がゼロになったか否かを判定する（S40）。このステップで、エンジン回転速度 N_e がゼロになったと判定すると次のステップへ進む一方、ゼロになっていないと判定するとモータジェネレーター 21 のトルク T_m の正負の切り替えを継続する。

【0048】

10

20

30

40

50

次いで、制御装置 70 が、モータジェネレータ 21 を停止して、この制御方法は完了する。

【0049】

このような制御を行うようにしたことで、共振周波数 f_b に応じてモータジェネレータ 21 のトルク T_m を切り替えるタイミングを図ることが可能になる。つまり、実際にエンジン 10 とエンジンマウント 54 との共振を測定しなくても、共振期間 Δt におけるクランクシャフト 13 の角速度変化を抑制できるのである。従って、エンジン 10 の停止時におけるエンジン 10 とエンジンマウント 54 との共振に起因した振動を確実に抑制することができる。

【0050】

図 5 は温度 T_a とエンジンマウント 54 の弾性係数 E との関係を例示しており、図 6 はエンジン 10 の停止時の共振（共振周波数及び振動レベル）と温度 T_a との関係を例示している。なお、 T_1 、 T_2 、及び T_3 は、それぞれ温度 T_a を示しており、温度 T_3 、温度 T_2 、及び温度 T_1 の順に高い値になっている。また、 f_1 、 f_2 、及び f_3 はそれぞれ共振周波数 f_b を示しており、共振周波数 f_1 、共振周波数 f_2 、及び共振周波数 f_3 の順に高い値になっている。

【0051】

図 5 に示すように、エンジンマウント 54 の弾性係数 E は、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a に対して略反比例の関係になる。上記のとおり、エンジン 10 とエンジンマウント 54 との振動は、エンジンマウント 54 の弾性係数 E に対して正の関係になる。従って、図 6 に示すように、振動の共振周波数 f_b は、温度 T_a に対して負の関係になる。

【0052】

そこで、共振周波数 f_b を算出するステップにおいては、制御装置 70 が、共振周波数 f_b をその温度 T_a に基づいて算出することが望ましい。より具体的には、予め図 6 に示すようなマップデータ M_1 を内部記憶装置に記憶させておき、温度センサ 65 の検出値である温度 T_a とそのマップデータ M_1 とを比較して、共振周波数 f_b を算出する方法が例示される。

【0053】

なお、ここでいうマップデータ M_1 は、図 6 に示すような共振周波数 f_b と温度 T_a との関係が設定されたものである。このマップデータ M_1 としては、少なくとも共振周波数 f_b と温度 T_a との相関が設定されたものであればよく、図 6 に限定されない。

【0054】

以下に、このステップにおける制御方法について図 7 のフロー図を参照しながら、制御装置 70 の機能として説明する。

【0055】

まず、制御装置 70 が、信号線を介して温度センサ 65 の検出値より推定してエンジンマウント 54 の周辺の温度 T_a を取得する（S12）。次いで、制御装置 70 が、予め内部記憶装置に記憶していたマップデータ M_1 を参照する（S14）。次いで、制御装置 70 が、温度 T_a とマップデータ M_1 とを比較して、共振周波数 f_b を算出する（S16）。

【0056】

このように算出された共振周波数 f_b は、温度 T_a が高くなった場合に低くなり、温度 T_a が低くなった場合に高くなる。例えば、温度 T_1 の場合の共振点の共振周波数 f_1 は、温度 T_3 の場合の共振点の共振周波数 f_3 よりも低くなる。

【0057】

なお、図 6 に示すように、共振周波数 f_b は、エンジン回転速度 N_e がゼロに向う過程において、徐々に低くなる。従って、モータジェネレータ 21 のトルク T_m の正負を切り替えるタイミングは、共振周波数 f_b に同期することで、徐々に遅くなるようにするとよい。

【0058】

10

20

30

40

50

このように、エンジンマウント 54 の周囲の温度 T_a に基づいて共振周波数 f_b を算出することで、温度 T_a より変化する共振周波数 f_b に対応させて高精度にモータジェネレーターのトルク T_m を切り替えるタイミングをコントロール可能になる。従って、エンジン 10 とエンジンマウント 54 との共振の抑制に有利になる。

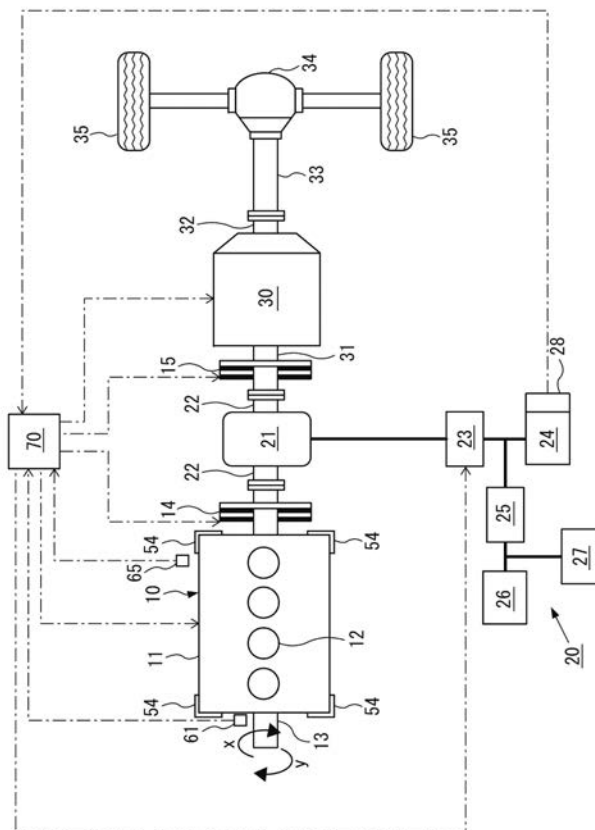
【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

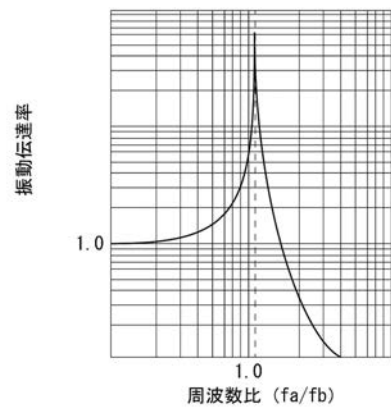
- 10 エンジン
- 13 クランクシャフト
- 21 モータジェネレーター
- 54 エンジンマウント
- 61 クランク角センサ
- 65 温度センサ
- 70 制御装置
- E 弾性係数
- N_e エンジン回転速度
- T_m トルク
- f_b 共振周波数
- Δt 共振期間
- α 角加速度

10

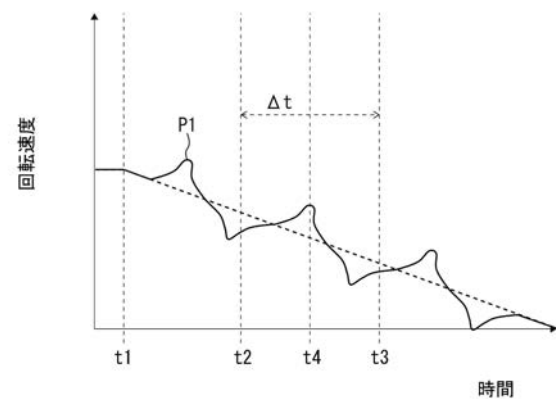
【 図 1 】



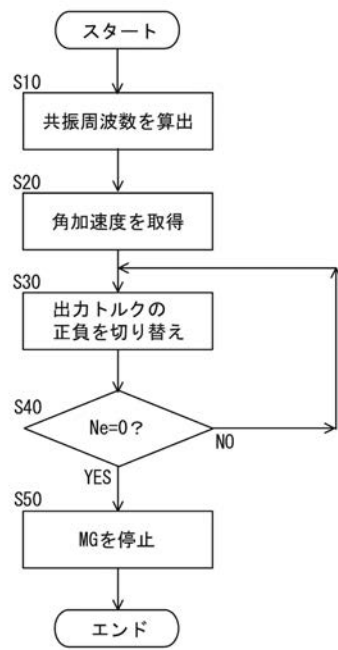
【 図 2 】



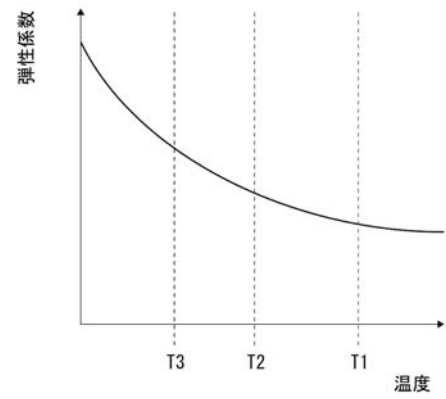
【 図 3 】



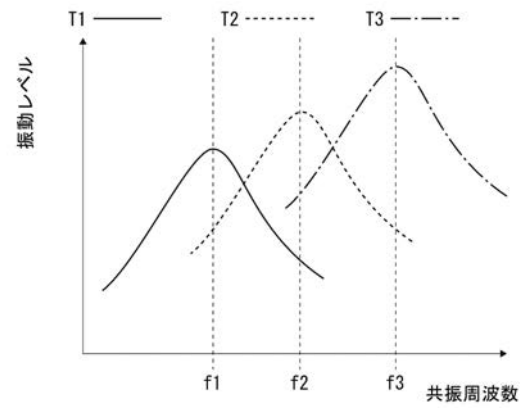
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 6 0 L 15/20 (2006.01) B 6 0 L 15/20 J

(72)発明者 三好 秀和
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内

(72)発明者 森川 堅治
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内

F ターム(参考) 3D202 AA08 BB13 CC44 DD00 DD16 DD17 DD18 DD22 FF04 FF12
FF13
5H125 AA01 AC08 AC12 BA00 CA01 EE31