

(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2017-203401
(P2017-203401A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F O 2 D 45/00 (2006.01)	F O 2 D 45/00 3 1 0 G	3 G 0 9 3
F O 2 D 29/02 (2006.01)	F O 2 D 29/02 3 2 1 A	3 G 3 0 1
F O 2 D 43/00 (2006.01)	F O 2 D 29/02 3 2 1 C	3 G 3 8 4
F O 2 D 41/04 (2006.01)	F O 2 D 43/00 3 0 1 K	
	F O 2 D 43/00 3 0 1 V	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-94757 (P2016-94757)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成28年5月10日 (2016. 5. 10)		株式会社デンソー
		(74) 代理人	100121821
			弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74) 代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72) 発明者	星野 将吾
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
		最終頁に続く	

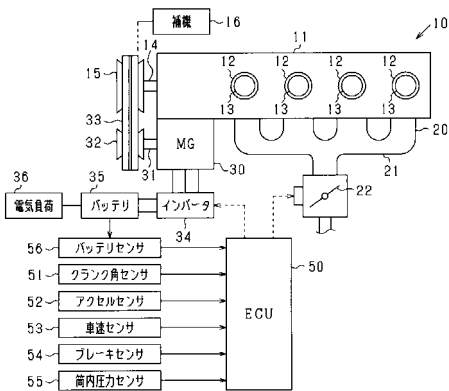
(54) 【発明の名称】 エンジン停止始動制御装置

(57) 【要約】

【課題】アイドリングストップ機能を備えた車両において、エンジン自動停止時における振動の発生を抑制しつつ、再始動時の始動性を確保する。

【解決手段】エンジン停止始動制御装置 5 0 は、エンジン 1 1 の燃焼が停止された後、エンジン回転速度がゼロまで降下する際の回転降下期間において、スロットルバルブ 2 2 の開度を、エンジンのアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とするスロットル制御部と、回転降下期間において、エンジン回転速度が少なくともエンジンの共振域を含む所定回転速度域にあることを判定する共振域判定部と、エンジン回転速度が所定回転速度域にあると判定された場合に、一時的にエンジン回転速度の降下速度を大きくする回転降下処理を実施する回転降下制御部と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

吸気部（２０）にスロットルバルブ（２２）が設けられたエンジン（１１）に適用され、所定の自動停止条件の成立に伴い前記エンジンを自動停止させ、その後所定の再始動条件の成立に伴い前記エンジンを再始動させるエンジン停止始動制御装置（５０）であって、

前記エンジンの燃焼が停止された後、エンジン回転速度がゼロまで降下する際の回転降下期間において、前記スロットルバルブの開度を、前記エンジンのアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とするスロットル制御部と、

前記回転降下期間において、エンジン回転速度が少なくとも前記エンジンの共振域を含む所定回転速度域にあることを判定する共振域判定部と、

エンジン回転速度が前記所定回転速度域にあると判定された場合に、一時的にエンジン回転速度の降下速度を大きくする回転降下処理を実施する回転降下制御部と、

を備えるエンジン停止始動制御装置。

【請求項 2】

エンジン出力軸（１４）に対して逆回転側のトルクである逆トルクを付与可能な補機装置（１６，３０）を備えるシステムに適用され、

前記回転降下制御部は、前記回転降下処理として、前記補機装置により前記エンジン出力軸に逆トルクを付与する請求項 1 に記載のエンジン停止始動制御装置。

【請求項 3】

前記補機装置は、前記エンジン出力軸に駆動連結され、発電及び力行駆動の各機能を有する回転電機（３０）である請求項 2 に記載のエンジン停止始動制御装置。

【請求項 4】

前記共振域よりも高回転側の所定回転速度を上限値として、前記所定回転速度域が定められており、

前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記上限値以下であると判定された場合に、前記回転降下処理を開始する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のエンジン停止始動制御装置。

【請求項 5】

前記エンジンの燃焼停止後に前記エンジンの自立復帰が可能なエンジン回転速度として自立復帰回転速度が定められており、

前記共振域よりも高回転側の前記エンジンの自立復帰回転速度を上限値として、前記所定回転速度域が定められており、

前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記上限値以下であると判定された場合に、前記回転降下処理を開始する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のエンジン停止始動制御装置。

【請求項 6】

前記共振域よりも低回転側の予め設定した所定の回転速度を下限値として、前記所定回転速度域が定められており、

前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記下限値よりも小さいと判定された場合に、前記回転降下処理を停止する請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のエンジン停止始動制御装置。

【請求項 7】

前記スロットル制御部は、自動停止条件の成立に伴い前記エンジンの燃焼を停止させた時点で、前記スロットルバルブの開度を前記アイドル回転状態での開度よりも大きい開度とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のエンジン停止始動制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、エンジン停止始動制御装置に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

従来、所定の自動停止条件が成立するとエンジンを自動停止させるとともに、その後、所定の再始動条件が成立するとエンジンを再始動させる、いわゆるアイドリングストップ制御を実施する技術が知られている。

【0003】

エンジンの自動停止を行う際には、スロットルバルブの開度が所定開度より小さくされ、気筒への空気供給が制限される。しかし、かかる場合には、エンジン再始動時において、燃焼に十分な空気量が確保できず、再始動の悪化を招くこととなる。

【0004】

特許文献1に記載の技術では、エンジンの自動停止を行う際にスロットルバルブの開度を所定開度より小さくし、エンジン回転速度が所定値以下となったら閉じていたスロットルバルブを所定開度よりも一旦大きく開き、その後再び閉じるように制御している。これにより、エンジンの再始動時に最低限必要な空気量を確保し、再始動時のもたつき等の緩和を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-172566号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1ではアイドリングストップ実施時において、エンジン出力軸の回転が停止するまでの間にスロットルバルブを開いて空気を導入すると、気筒内の圧縮反力が増し、その結果振動が増加する懸念がある。加えて、スロットルバルブを閉じる期間が存在することから、やはり再始動時に空気量が不足するおそれがある。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、アイドリングストップ機能を備えた車両において、エンジン自動停止時における振動の発生を抑制しつつ、再始動時の始動性を確保することができるエンジン制御装置を提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、吸気部にスロットルバルブが設けられたエンジンに適用され、所定の自動停止条件の成立に伴い前記エンジンを自動停止させ、その後所定の再始動条件の成立に伴い前記エンジンを再始動させるエンジン停止始動制御装置であって、前記エンジンの燃焼が停止された後、エンジン回転速度がゼロまで降下する際の回転降下期間において、前記スロットルバルブの開度を、前記エンジンのアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とするスロットル制御部と、前記回転降下期間において、エンジン回転速度が少なくとも前記エンジンの共振域を含む所定回転速度域にあることを判定する共振域判定部と、エンジン回転速度が前記所定回転速度域にあると判定された場合に、一時的にエンジン回転速度の降下速度を大きくする回転降下処理を実施する回転降下制御部と、を備えることを特徴とする。

【0009】

上記構成によれば、エンジンの燃焼が停止された後にスロットルバルブの開度を大きくすることで、エンジンの再始動時に必要な空気量を十分に確保することができる。また、エンジン回転速度の降下速度が共振域を含む所定回転速度域で大きくなるようにすることで、共振域を通過する時間を短縮することができる。この場合、スロットル開度が大きい状態では、共振域において振動増大が懸念されるが、共振域の通過時間が短縮されることで、振動増大を抑制できる。これにより、アイドリングストップ機能を備えた車両において、エンジン自動停止時における振動の発生を抑制しつつ、再始動時の始動性を確保する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 1 0 】

第 2 の発明は、エンジン出力軸に対して逆回転側のトルクである逆トルクを付与可能な補機装置を備えるシステムに適用され、前記回転降下制御部は、前記回転降下処理として、前記補機装置により前記エンジン出力軸に逆トルクを付与することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

上記構成では、補機装置により逆トルクを付与することで、車両に通常備わっている装置を回転降下処理に用いることができる。そのため、別途新たな装置を設ける必要がなく経済的である。

【 0 0 1 2 】

第 3 の発明は、前記補機装置は、前記エンジン出力軸に駆動連結され、発電及び力行駆動の各機能を有する回転電機であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

上記構成では、補機装置として回転電機を用いることで、より大きな逆トルクを付与することが可能となる。これにより、共振域の通過時間が一層短縮され、振動の抑制効果が高まる。

【 0 0 1 4 】

第 4 の発明は、前記共振域よりも高回転側の所定回転速度を上限値として、前記所定回転速度域が定められており、前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記上限値以下であると判定された場合に、前記回転降下処理を開始することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上記構成では、エンジン回転速度が、共振域よりも高回転側の所定回転速度以下であると判定された場合に、回転降下処理を開始する構成とした。かかる場合、エンジン回転速度が共振域に到達する以前から回転降下処理を開始することで、共振域の境界値付近での降下速度に対するレスポンスを向上させることができる。その結果、共振域の通過時間が一層短縮され、振動の抑制効果が高まる。

【 0 0 1 6 】

第 5 の発明は、前記エンジンの燃焼停止後に前記エンジンの自立復帰が可能なエンジン回転速度として自立復帰回転速度が定められており、前記共振域よりも高回転側の前記エンジンの自立復帰回転速度を上限値として、前記所定回転速度域が定められており、前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記上限値以下であると判定された場合に、前記回転降下処理を開始することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

上記構成では、エンジン回転速度が、共振域よりも高回転側の自立復帰回転速度以下であると判定された場合に、回転降下処理を開始する構成とした。かかる場合、エンジンの燃焼停止に伴いエンジン回転速度が降下し始める当初においては、エンジン回転速度の降下速度を大きくせず、エンジンの自立復帰の可能性を見込むことができる。これにより、再始動に必要な消費電力を削減しつつ、共振域での降下速度に対するレスポンスを向上させ、振動の抑制効果を高めることができる。

【 0 0 1 8 】

第 6 の発明は、前記共振域よりも低回転側の予め設定した所定の回転速度を下限值として、前記所定回転速度域が定められており、前記回転降下制御部は、前記共振域判定部によりエンジン回転速度が前記下限値よりも小さいと判定された場合に、前記回転降下処理を停止することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

上記構成では、エンジン回転速度が、共振域よりも低回転側の予め設定した所定の回転速度よりも小さいと判定された場合に、回転降下処理を停止する構成とした。かかる場合、エンジン回転速度が予め設定した所定の回転速度からゼロまでの間は、エンジン回転速度の降下速度を大きくせず、クランキングによるエンジンの再始動の可能性を見込むこと

10

20

30

40

50

ができる。その結果、共振域における振動を抑制しつつ、再始動の始動性を確保することができる。

【 0 0 2 0 】

第 7 の発明は、前記スロットル制御部は、自動停止条件の成立に伴い前記エンジンの燃焼を停止させた時点で、前記スロットルバルブの開度を前記アイドル回転状態での開度よりも大きい開度とすることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

上記構成では、エンジンの燃焼を停止させた時点でスロットルバルブを大きく開くことで、燃焼が停止した直後に再始動条件が成立する場合でも、十分な空気量を確保でき、再始動時の始動性が良好となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 エンジン制御システムの概略構成図。

【 図 2 】 回転降下期間でのエンジン回転速度の推移チャート。

【 図 3 】 エンジン回転速度を停止する処理を示すフローチャート。

【 図 4 】 逆トルク設定の処理のフローチャート。

【 図 5 】 クランク角停止処理のフローチャート。

【 図 6 】 エンジン回転速度を停止する処理の態様を示すタイミングチャート。

【 図 7 】 クランク角停止処理の態様を示すタイミングチャート。

【 図 8 】 クランク角停止処理の態様を示すタイミングチャート。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態は、車両に搭載されたエンジンの制御システムを具体化している。当該制御システムでは、電子制御ユニット（以下、ECUという）を中枢としてエンジンの運転状態等を制御する。本システムの全体概略図を図 1 に示す。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示す車両 10 において、エンジン 11 は、ガソリン等の燃料の燃焼によって駆動され、吸気、圧縮、膨張及び排気の各行程を繰り返し実施する 4 サイクルエンジンである。エンジン 11 は、4 つのシリンダ（気筒）12 を有し、各シリンダ 12 にはピストン 13 がそれぞれ収容されている。また、エンジン 11 は、燃料噴射弁（図示せず）や点火装置（図示せず）等を適宜備えている。なお、本実施形態では、4 気筒のエンジンを示しているが、エンジンの気筒数はいくつであってもよい。また、エンジン 11 はガソリンエンジンに限定されず、ディーゼルエンジンであってもよい。

【 0 0 2 5 】

シリンダ 12 には、吸気部 20 から空気が供給される。吸気部 20 は、吸気マニホールド 21 を有し、吸気マニホールド 21 の上流には、吸入空気量を調整するスロットルバルブ 22 が設けられている。

【 0 0 2 6 】

エンジン 11 には、MG（モータジェネレータ）30 が一体に設けられている。MG 30 は、電動機及び発電機として駆動する回転電機である。エンジン 11 のクランク軸（エンジン出力軸）14 は、クランクプーリ 15 に機械的に接続され、MG 30 の回転軸 31 は、MG プーリ 32 に機械的に接続されている。そして、クランクプーリ 15 と MG プーリ 32 とは、ベルト 33 により駆動連結されている。エンジン始動時には、MG 30 の回転によりエンジン 11 に初期回転（クランキング回転）が付与される。なお、別途スタータモータを設け、スタータモータの回転によりエンジン 11 に初期回転を付与する構成としてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、MG 30 は、電力変換回路であるインバータ 34 を介してバッテリー 35 に接続されている。MG 30 が電動機として駆動する場合には、ECU 50 の指令により、電力が

10

20

30

40

50

バッテリー 35 からインバータ 34 を介して MG 30 に供給される。その結果、MG 30 が駆動する。インバータ 34 には、ECU 50 の指令を受けてインバータ 34 の電力変換回路を制御する別の ECU が設けられていてもよい。一方、MG 30 が発電機として機能する場合には、MG 30 で発電した電力が、インバータ 34 で交流から直流に変換された後、バッテリー 35 に充電される。なお、バッテリー 35 には、ランプ類やオーディオ装置等の電気負荷 36 が接続されている。

【0028】

車両 10 には、クランク軸 14 の回転により駆動される補機装置として、MG 30 以外に、ウォーターポンプ、燃料ポンプ、エアコンコンプレッサといった補機 16 が搭載されている。なお、補機装置には、補機 16 のようにベルト等によりエンジン 11 に駆動連結されたもの以外に、クランク軸 14 との結合状態がクラッチ手段により断続されるものが含まれる。

10

【0029】

ECU 50 は、周知の CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータ等を備えてなる電子制御装置であり、本システムに設けられている各種センサの検出結果に基づいて、スロットルバルブ 22 の開度制御や、燃料噴射弁による燃料噴射の制御など各種エンジン制御を実施する。

【0030】

センサ類について詳しくは、ECU 50 には、クランク軸 14 の回転位置及びエンジン回転速度 Ne を検出するクランク角センサ 51、アクセル操作量（アクセル開度）を検出するアクセルセンサ 52、車速を検出する車速センサ 53、ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキセンサ 54、気筒内の筒内圧力を検出する筒内圧力センサ 55、バッテリー 35 のバッテリー状態を検出するバッテリーセンサ 56 が接続されており、これら各センサからの信号が ECU 50 に逐次入力されるようになっている。

20

【0031】

クランク角センサ 51 は、所定のクランク角ごとに（例えば、10°CA 周期で）矩形状の検出信号（クランクパルス信号）を出力する電磁ピックアップ式の回転位置検出手段などがある。クランク軸 14 が 10°CA 回転する度に要した時間からエンジン回転速度 Ne が算出される。また、回転位置の検出結果によれば、所定の基準位置（例えば圧縮上死点）に対するクランク軸 14 の回転位置が算出される他、エンジン 11 の行程判別が実施されるようになっている。

30

【0032】

バッテリーセンサ 56 は、バッテリー 35 の端子間電圧や充放電電流等を検出する。これら検出値に基づいて、バッテリー 35 のバッテリー残容量（SOC）が算出される。

【0033】

また、ECU 50 は、エンジン 11 のアイドリングストップ制御を行う。アイドリングストップ制御は、概略として、所定の自動停止条件が成立するとエンジン 11 の燃焼が停止されるとともに、その後、所定の再始動条件が成立するとエンジン 11 が再始動される。この場合、自動停止条件には、例えば、自車両の車速がエンジン自動停止速度域（例えば、車速 10 km/h）にあり、かつアクセル操作が解除されたこと又はブレーキ操作が行われたことが含まれる。また、再始動条件としては、例えば、アクセル操作が開始されたことや、ブレーキ操作が解除されたことが含まれる。なお、エンジン制御機能とアイドリングストップ機能とを別々の ECU 50 にて実施する構成にすることも可能である。

40

【0034】

ここで、車両 10 において、アイドル状態からエンジン 11 の自動停止条件が成立すると、エンジン 11 の燃焼は停止される。その後、エンジン回転速度 Ne は徐々に低下し、ゼロとなる。図 2 には、エンジン 11 の燃焼が停止され、エンジン回転速度 Ne がゼロとなるまでの回転降下期間におけるエンジン回転速度 Ne の推移を示す。エンジン回転速度 Ne の低下に伴い、エンジン回転速度 Ne は、自立復帰回転速度、エンジンの共振域、予め設定した所定の回転速度（例えば、200 rpm 程度）を通過する。ここで、自立復帰

50

回転速度は、エンジン 11 の燃焼停止中にクランキングをすることなく燃料供給の再開により、エンジンの再始動が可能な回転速度の下限であり、例えば、500rpm 程度に設定される。

【0035】

エンジンの共振域は、共振が生じるエンジン回転速度の領域をいい、例えば、300～400rpm に設定される。ここで、共振とは、エンジン回転速度に対応する加振周波数が、エンジン本体や自動変速機などのパワープラントの共振周波数と一致することで励起される現象である。この現象により、エンジンの共振域では振動が増大する。このように、共振域の振動は、エンジンが停止する際に発生する不快な振動の一つの要因となっている。

10

【0036】

なお、エンジンの共振域は、共振による振動が極力生じないようにアイドル回転速度よりも低回転側で、かつコンベンショナルなスタータのクランキング回転速度よりも高回転側に設けられている。そのため、エンジンの燃焼が停止された後、エンジン回転速度 N_e がゼロに到達するまでの回転降下期間において、エンジン回転速度 N_e は共振域を通過することとなる。

【0037】

一方、エンジンの回転が停止する間際においても、エンジンの揺り戻し（逆回転）によって、振動は発生する。この振動は、エンジンが停止する際に、気筒内の圧縮反力によってピストンが下死点方向へ押し戻されることで発生する。なお、共振域で発生した振動が、逆回転の振動に対して悪影響を及ぼす。

20

【0038】

本実施形態は、エンジン 11 の燃焼が停止され、エンジン回転速度 N_e がゼロとなるまでの回転降下期間におけるエンジン制御について示している。ここでは、回転降下期間をエンジン回転速度 N_e に基づいて 3 つの期間に分割した。すなわち、エンジン 11 の燃焼が停止してからエンジン回転速度 N_e が共振域を含む所定回転速度域の上限値（具体的には、共振域の高回転側の境界値 A）に達するまでの期間を第 1 期間とし、エンジン回転速度 N_e が所定回転速度域に属する期間を第 2 期間とし、エンジン回転速度 N_e が所定回転速度域の下限値（具体的には、共振域の低回転側の境界値 B）を通過してからエンジン回転速度 N_e がゼロとなるまでの期間を第 3 期間とした。本実施形態では、それぞれの期間に応じてエンジン制御を行っている。

30

【0039】

第 1 期間においては、自動停止条件が成立しエンジン 11 の燃焼が停止されると、スロットルバルブ 22 の開度をアイドル回転状態より大きい開度とする。これにより、エンジンの再始動に必要な空気量を確保する。

【0040】

第 2 期間においては、共振域を含む所定回転速度域でのエンジン回転速度 N_e の降下速度を大きくする回転降下処理を実施する。これにより、共振域を通過する時間を短縮することができ、共振域に起因して発生する振動が抑えられる。

【0041】

40

また、第 3 期間においては、クランク軸 14 の回転停止時にピストン 13 を膨張行程前半のクランク回転位置に停止させるように、クランク軸 14 に対して逆回転側のトルク（逆トルク）を付与する。これにより、エンジンの逆回転が抑制され、それに起因して発生する振動が抑えられる。

【0042】

図 3 は、エンジン制御についての処理手順を示すフローチャートであり、本処理は、ECU 50 により所定周期（例えば、10ms）で繰り返し実行される。

【0043】

まず、フラグについて説明する。図中の第 1 フラグ、第 2 フラグ及び第 3 フラグは、それぞれ上述した第 1 期間、第 2 期間及び第 3 期間に対応しており、エンジン回転速度 N_e

50

がそれぞれの期間に属しているか否かを示すフラグである。各フラグは、「1」の場合にエンジン回転速度 N_e が当該期間に属していることを示し、「0」の場合に当該期間に属していないことを示す。なお、初期設定ではいずれも「0」にセットされている。

【0044】

ステップ S 1 1 では、第 3 フラグが「1」であるか否かを判定し、ステップ S 1 2 では、第 2 フラグが「1」であるか否かを判定し、ステップ S 1 3 では、第 1 フラグが「1」であるか否かを判定する。初期の状態では、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 3 が否定されると、ステップ S 1 4 に進み、エンジン自動停止条件が成立したか否かを判定する。そして、ステップ S 1 4 が否定された場合は、そのまま本処理を終了する。

【0045】

一方、ステップ S 1 4 でエンジン自動停止条件が成立したと判定した場合は、ステップ S 1 5 に進み、第 1 フラグに「1」をセットする。続くステップ S 1 6 では、エンジン 1 1 の燃焼を停止し、ステップ S 1 7 に進む。ステップ S 1 7 では、スロットルバルブ 2 2 の開度を、アイドル回転状態での開度よりも大きい開度とし（具体的には、開度をアイドル回転状態での開度に対して + 10 % 以上とし、例えば全開とする）、本処理を終了する。

【0046】

このように、エンジン 1 1 の燃焼が停止した際に、スロットルバルブ 2 2 の開度をアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とするように制御している。なお、ステップ S 1 7 の処理が、「スロットル制御部」に相当する。

【0047】

一方、ステップ S 1 3 で第 1 フラグが「1」と判定した場合は、ステップ S 1 8 に進み、エンジン回転速度 N_e が、所定回転速度域の上限値である所定回転速度 N_{e1} 以下であるか否かを判定する。なお、本実施形態では、所定回転速度 N_{e1} として共振域の高回転側の境界値 A を設定した。つまり、ステップ S 1 8 では、エンジン回転速度 N_e が共振域の高回転側の境界値 A に到達したか否かを判定する。

【0048】

ステップ S 1 8 で、エンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e1} よりも大きいと判定した場合は、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ S 1 8 で、エンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e1} 以下であると判定した場合、つまりエンジン回転速度 N_e が共振域に移行した場合は、ステップ S 1 9 に進み、第 2 フラグを「1」にセットするとともに、第 1 フラグを「0」にリセットする。

【0049】

エンジン回転速度 N_e が共振域に移行すると、エンジン回転速度 N_e の降下速度を大きくする処理を実行する。降下速度を大きくする処理として、本実施形態では、補機装置である MG 30 を用いて逆トルクを付与している。そして、ステップ S 20 では、まず逆トルクの設定を行う。

【0050】

MG 30 は、発電機としての発電機能及び電動機としての力行機能を有し、各機能を用いて逆トルクの付与が実行される。ここで、力行駆動は、回生発電に比べて逆トルクが大きく、回生発電は、力行駆動に比べて燃料消費の面で優れている。そのため、運転状態に合わせて、各機能が使い分けられることが望ましい。かかる場合、いずれの機能を用いるかは、様々なパラメータに基づいて判断される。本実施形態では、バッテリー 35 に接続される電気負荷 36 の消費電力量、バッテリー 35 の残容量の状態、逆トルクの付与に必要な要求トルク量、補機 16 の運転による負荷に応じて、MG 30 の回生発電及び力行駆動を選択する構成とした。また、この場合、電気負荷 36 の消費電力量が大きい場合や補機 16 の負荷が大きい場合は、回生発電を選択し、バッテリー 35 の電気残量が大きい場合や逆トルクの要求トルク量が大きい場合は、力行駆動を選択するとした。

【0051】

図 4 に、逆トルク設定のフローチャートを示す。まずステップ S 31 では、電気負荷 3

10

20

30

40

50

6の消費電力量が所定値以上か否かを判定する。例えば、電気負荷36としては、ランプ類や電動ポンプ等が挙げられる。より具体的には、ブレーキペダルが踏み込まれているか否かを判定する。ブレーキペダルが踏み込まれた状態は、ブレーキランプが点灯するため、消費電力量が大きくなる。ステップS31で、ブレーキペダルが踏み込まれていると判定した場合は、ステップS32へ進み、回生発電により逆トルクを付与することを決定する。この場合は、電気負荷36による消費電力量が大きくなっている状況であるため、回生発電を利用することでバッテリー35の負担を軽減しつつ、振動を抑制することができる。

【0052】

一方、ステップS31が否定された場合は、ステップS33へ進み、バッテリー35の残容量に応じて機能を選択する。ここでは、例えば、バッテリー35のSOCが閾値Th1以上であるか否かを判定する。ステップS33で閾値Th1以上であると判定した場合は、ステップS36へ進み、力行駆動により逆トルクを付与することを決定する。なお、閾値Th1の値は適宜変更されてもよく、例えば、閾値Th1以上である場合は満充電の状態であると判断できる値であってもよい。

10

【0053】

ここで、SOCの算出は、開放端電圧(OCV)に基づく推定法と電流積算による算出法とが用いられる。ここでは、バッテリー35の開放端電圧を取得し、その取得値、及び開放端電圧とSOCとの対応関係を表すマップを用いて、SOCを推定するとともに、バッテリー35に流れる充放電電流を取得し、その取得値を計算処理することでSOCを算出する。なお、力行駆動によって逆トルクを付与する場合、電気残量が大きいほど逆トルクを大きくする設定としてもよい。この場合、共振域の通過時間を一層短縮でき、振動の抑制効果が高くなると考えられる。

20

【0054】

一方、ステップS33が否定された場合は、ステップS34へ進み、逆トルクの要求トルク量に応じて機能を選択する。例えば、要求トルク量が閾値Th2以上であるか否かを判定する。ステップS34で閾値Th2以上であると判定した場合は、ステップS36へ進み、力行駆動により逆トルクを付与することを決定する。

【0055】

また、ステップS34が否定された場合は、ステップS35へ進み、補機16の負荷に応じて機能を選択する。例えば、補機16の運転による負荷が閾値Th3以上であるか否かを判定する。ステップS35で閾値Th3以上であると判定した場合は、ステップS32へ進み、回生発電により逆トルクを付与することを決定する。なお、かかる場合は、電気負荷36の消費電力量が所定値未満となるが(ステップS31:NO)、車両の運転状態を示すその他のパラメータを鑑みて、回生発電を選択する。

30

【0056】

一方、ステップS35が否定された場合は、ステップS36へ進み、力行駆動により逆トルクを付与することを決定する。上記のように、パラメータに基づいて回生発電又は力行駆動を決定した後は、図3のステップS21へ移行し、逆トルクを付与する。なお、ステップS31がNOである場合に、ステップS33～ステップS35の判定を行わずに、ステップS36へ進み、力行駆動を選択する構成であってもよい。つまり、電気負荷36の消費電力量が所定値未満となる場合に、力行駆動によって逆トルクを付与する構成であってもよい。

40

【0057】

ここで、力行駆動による逆トルク付与が「第1回転降下処理」に相当し、回生発電による逆トルク付与が「第2回転降下処理」に相当する。

【0058】

次に、図3のステップS12で第2フラグが「1」と判定した場合は、ステップS22に進み、エンジン回転速度Neが、所定回転速度域の下限値である所定回転速度Ne2よりも小さいか否かを判定する。なお、本実施形態では、所定回転速度Ne2として共振域

50

の低回転側の境界値 B を設定した。つまり、ステップ $S22$ では、エンジン回転速度 N_e が共振域の低回転側の境界値 B を通過したか否かを判定する。

【0059】

ステップ $S22$ で、エンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e2} よりも小さいと判定した場合、つまりエンジン回転速度 N_e が第3期間に移行した場合は、ステップ $S23$ に進み、第3フラグを「1」にセットするとともに、第2フラグを「0」にリセットする。続くステップ $S24$ では、ステップ $S21$ で付与した逆トルクを停止する。一方、ステップ $S22$ でエンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e2} 以上であると判定した場合は、そのまま本処理を終了する。

【0060】

なお、ステップ $S18$ 、ステップ $S22$ の処理が、エンジンの共振域を通過することを判定する「共振域判定部」に相当する。また、ステップ $S20$ 、ステップ $S21$ の処理が、「回転降下制御部」に相当する。このように、本実施形態では、共振域を通過すると判定された場合に、回転電機の力行駆動及び回生発電を使い分けて、エンジン出力軸に逆トルクを付与する。

【0061】

次に、ステップ $S11$ で第3フラグが「1」と判定した場合は、ステップ $S25$ に進み、図5に示すサブルーチンの処理を実行する。つまり、エンジン回転速度 N_e が第3期間に移行すると、エンジンの逆回転を抑制するためのクランク角停止処理が実施される。ここでは、ピストン13を膨張行程前半の位置で停止させる、つまり次の燃焼気筒のピストン13を圧縮行程前半の位置に停止させるように、エンジン回転速度に基づいた所定のタイミングで逆トルクを付与する。さらに、逆トルク付与でピストン13が所望の位置に停止しない場合に、エンジン出力軸に対して正回転側のトルク（正トルク）を付与するバックアップ処理も実行する。すなわち、クランク角停止処理では、ピストン13が圧縮行程後半の位置で停止しないように、つまり圧縮反力が生じる位置でピストン13が停止しないように制御している。

【0062】

図5のステップ $S41$ では、まず、エンジン出力軸に正トルクを付与するタイミングであるか否かを判定する。このステップは、バックアップ処理を実行すると判定した場合に肯定されるものであり、初期設定ではステップ $S41$ は否定される。続くステップ $S42$ では、エンジン出力軸に逆トルクを付与するタイミングであるか否かを判定する。本実施形態では、例えば、ピストン13が圧縮TDCに位置するときのエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e3} 以下である場合に、逆トルクを付与するタイミングであると判定する。ここで、逆トルクを付与するタイミングであると判定した場合は、ステップ $S43$ に進み、エンジン出力軸に逆トルクを付与し、本処理を終了する。

【0063】

所定の回転速度 N_{e3} は、ピストンが圧縮TDCに位置するタイミングから逆トルクを付与することによって、当該ピストンが膨張行程の前半期間を過ぎるまでの間に、エンジン出力軸の回転が停止すると判定される回転速度である。なお、所定の回転速度 N_{e3} は、所定回転速度域の下限値である所定回転速度 N_{e2} よりも小さい値として設定される。

【0064】

一方、ステップ $S42$ で、逆トルクを付与するタイミングではないと判定した場合は、ステップ $S44$ に進み、逆トルクが付与された状態であるか否かを判定する。ここで、ステップ $S44$ が否定された場合は、そのまま本処理を終了する。

【0065】

一方、ステップ $S44$ で逆トルクが付与された状態であると判定した場合は、ステップ $S45$ に進み、クランク角センサ51により検出されたクランク回転位置が、設定された所定角度（例えば、ATDC70°CA）であるか否かを判定する。回転位置が所定角度であると判定した場合は、ステップ $S46$ に進み、エンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} 以下であるか否かを判定する。一方、ステップ $S45$ が否定された場合は、その

10

20

30

40

50

まま本処理を終了する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 4 6 で、エンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} 以下であると判定した場合、つまりピストン 1 3 が膨張行程前半の位置に停止すると判定された場合は、ステップ S 4 7 に進み、ステップ S 4 3 で付与した逆トルクの停止を指示する。これにより、エンジン出力軸に付与された逆トルクは停止される。続いて、ステップ S 4 8 に進み、第 3 フラグを「 0 」にリセットし、本処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

なお、ステップ S 4 5 及びステップ S 4 6 は、「停止判定部」に相当する。所定角度における所定の回転速度 N_{e4} は、それぞれ任意に変更可能で、ステップ S 4 3 で逆トルクを付与した後、実際にピストン 1 3 が膨張行程前半までのクランク回転位置で停止するかどうかを判定できる値であればよい。

【 0 0 6 8 】

一方、ステップ S 4 6 で、エンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} より大きいと判定した場合、つまりピストン 1 3 が膨張行程前半の位置に停止しないと判定された場合は、ステップ S 4 9 に進み、ピストン 1 3 が次の圧縮 T D C を乗り越えるための指示をする。すなわち、バックアップ処理を実行すると判断する。そして本実施形態では、この処理が実行され、かつクランク回転位置が所定の回転角度にある（例えば、A T D C 9 0 ° C A ）場合に、エンジン出力軸に正トルクを付与するタイミングであると判定する（ステップ S 4 1 : Y E S ）。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 4 1 が肯定されると、ステップ S 5 0 に進み、正トルクを付与し、本処理を終了する。その後、再びステップ S 4 2 の処理へと進み、最終的に第 3 フラグが「 0 」にリセットされるまでクランク角停止処理が実行される。

【 0 0 7 0 】

次に、エンジン 1 1 の燃焼が停止された後、エンジン回転速度 N_e が完全にゼロとなるまでの回転降下期間におけるエンジン制御について、図 6 のタイミングチャートを用いて説明する。

【 0 0 7 1 】

まず、アイドル状態から、タイミング t_{11} で自動停止条件が成立すると、第 1 フラグが「 1 」にセットされる。このとき、スロットルバルブ 2 2 の開度がアイドル状態の開度に比べて大きい開度となるように制御される。その後、タイミング t_{12} でエンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e1} 以下となると、第 2 フラグが「 1 」にセットされると同時に、第 1 フラグが「 0 」にリセットされる。このとき、回転降下処理としてエンジン出力軸に逆トルクが付与される。そして、タイミング t_{13} でエンジン回転速度 N_e が所定回転速度 N_{e2} を下回ると、第 3 フラグが「 1 」にセットされると同時に、第 2 フラグが「 0 」にリセットされる。このとき、回転降下処理が停止され、続く第 3 期間では、クランク角停止処理が実行される。そして、タイミング t_{14} でエンジン回転速度 N_e がゼロとなる。

【 0 0 7 2 】

続いて、エンジン回転速度 N_e が第 3 期間に属する場合のクランク角停止処理について、図 7、図 8 のタイミングチャートを用いて説明する。これらは、逆トルクの付与後において図 5 のステップ S 4 6 における判定が異なった場合をそれぞれ示している。図 7 は、ステップ S 4 6 が肯定され、第 3 期間において逆トルクのみが付与された場合を、一方、図 8 は、ステップ S 4 6 が否定され、第 3 期間において逆トルクに加え正トルクも付与された場合を示している。なお、これらの図では、各気筒の筒内圧力の変化を示している。筒内圧力は、ピストン 1 3 が圧縮 T D C に近づくにつれて増加し、圧縮 T D C で最大となる。また、エンジン回転速度 N_e の低下に伴って筒内圧力の極大値は低下していく。なお、各気筒の点火順序は、説明の便宜上、# 1 → # 2 → # 3 → # 4 としている。

【 0 0 7 3 】

図7では、エンジン回転速度 N_e が降下していく過程において、タイミング t_{21} （第1気筒（#1）が圧縮TDCを迎えたタイミング）でエンジン回転速度 N_e が N_{e3} 以下となると、エンジン出力軸に逆トルクが付与され、これによりエンジン回転速度 N_e の降下速度が大きくなり、エンジン回転速度 N_e がゼロに近づく。そして、タイミング t_{22} （第1気筒（#1）が所定のクランク角度位置（例えば、ATDC 70° CA）を迎えたタイミング）におけるエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} 以下となると、逆トルクの付与が停止される。その後、タイミング t_{23} でエンジン11の回転が停止する。このとき、第1気筒（#1）のピストン13は、膨張行程前半の位置（例えば、ATDC 80° CA）に停止する。

【0074】

10

図8では、タイミング t_{31} （第1気筒（#1）が圧縮TDCを迎えたタイミング）でエンジン回転速度 N_e が N_{e3} 以下となると、逆トルクが付与される。そして、タイミング t_{32} （第1気筒（#1）が所定のクランク角度位置（例えば、ATDC 70° CA）を迎えたタイミング）におけるエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} よりも大きいと、バックアップ処理が実行される。すなわち、タイミング t_{33} で、第2気筒（#2）が次の圧縮TDCを乗り越えられるように正トルクが付与される。ここで、タイミング t_{33} は、第1気筒（#1）が所定のクランク角度位置（例えば、ATDC 90° CA）となったタイミングとする。

【0075】

20

そして、第2気筒（#2）が圧縮TDCを迎えるタイミング t_{34} で、再びエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e3} 以下となると、再度逆トルクが付与される。その後、タイミング t_{35} （第2気筒（#2）が所定のクランク角度位置（例えば、ATDC 70° CA）を迎えたタイミング）におけるエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e4} 以下となると、逆トルクの付与が停止される。そして、タイミング t_{36} でエンジン11の回転が停止し、そのとき第2気筒（#2）は、膨張行程前半の位置（例えば、ATDC 80° CA）で停止する。

【0076】

本実施形態では、多気筒エンジンとして4気筒エンジンを示している。かかる場合、1つの気筒においてピストン13が膨張行程の前半期間の位置に停止した際には、他の気筒のピストン13は圧縮行程の後半期間の位置、すなわち圧縮反力が生じる位置には停止しない。

30

【0077】

以上、詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【0078】

アイドルングストップ機能を備えた車両において、エンジン11の燃焼が停止した際に、スロットルバルブ22の開度をアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とすることで、エンジンの再始動時に必要な空気量を十分に確保することができる。また、共振域においてエンジン回転速度の降下速度が大きくなるようにMG30を用いて逆トルクを付与することで、共振域を通過する時間を短縮することができる。この場合、スロットル開度が大きい状態では、共振域において振動増大が懸念されるが、共振域の通過時間が短縮されることで、振動増大を抑制できる。これにより、アイドルングストップ機能を備えた車両において、エンジン自動停止時における振動の発生を抑制しつつ、再始動時の始動性を確保することができる。

40

【0079】

エンジン11の燃焼を停止させた時点でスロットルバルブ22をアイドル回転状態での開度よりも大きい開度とする構成とした。これにより、燃焼が停止した直後に再始動条件が成立する場合でも、十分な空気量を確保でき、再始動時の始動性が良好となる。

【0080】

共振域において、MG30を用いて逆トルクを付与する構成とした。この場合、補機16に比べて大きな逆トルクをエンジン出力軸に付与することが可能となる。そのため、共

50

振域の通過時間が一層短縮され、振動の抑制効果が高まる。

【 0 0 8 1 】

また、MG 30を用いた逆トルク付与において、回生発電及び力行駆動を選択できる構成とした。ここで、力行駆動は、回生発電に比べて逆トルクが大きく、回生発電は、力行駆動に比べて燃料消費の面で優れている。これにより、運転状態に合わせて、回生発電及び力行駆動のそれぞれの利点を生かした駆動方式を選択することができる。

【 0 0 8 2 】

MG 30の駆動方式の選択に関して、バッテリー 35に接続される電気負荷 36の電力消費量に応じて、回生発電及び力行駆動を選択できる構成とした。この場合、電気負荷 36の電力消費量が所定値以上である場合は、バッテリー 35に負担がかかっており、回生発電によって逆トルクを付与する。これにより、バッテリー 35の電源状態を安定に保ちつつ、振動を抑制することができる。

10

【 0 0 8 3 】

具体的には、ブレーキペダルが踏み込まれた状態の場合に、回生発電を選択して逆トルクを付与する構成とした。ブレーキペダルを踏み込まれた状態は、ブレーキランプの点灯に伴って、バッテリー 35の電力消費量が大きくなる。そのため、バッテリー 35の電源状態を安定に保ちつつ、振動を抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

MG 30の駆動方式の選択に関して、さらに、バッテリー 35の電気残量に基づいて回生発電及び力行駆動を選択できる構成とした。この場合、電気残量が閾値 $T_h 1$ 以上である場合は、力行駆動によって逆トルクを付与する。バッテリー 35の電気残量が大きいたまは、回転電機を回生発電させることで、バッテリー 35の過充電が懸念される。この点、力行駆動により逆トルクを付与することで、バッテリー 35にダメージを与えることなく共振域に起因する振動を抑制できる。

20

【 0 0 8 5 】

第3期間において、エンジン回転速度がゼロとなる直前の圧縮上死点であると判定された場合に、MG 30を用いてその圧縮上死点から逆トルクを付与する構成とした。この場合、逆トルクを付与することで、ピストン 13を膨張行程前半の位置に停止させることができる。これにより、エンジンの逆回転の発生を抑制することで、それに伴う振動を低減することができる。

30

【 0 0 8 6 】

具体的には、エンジン 11の圧縮上死点でのエンジン回転速度が所定値以下であることに基いて、直前の圧縮上死点であることを判定する構成とした。ここで、所定値は、逆トルク付与によって、ピストン 13が膨張行程前半の位置で停止すると判定される値である。そのため、ピストン 13を所望の位置に停止させることができ、エンジンの逆回転に伴う振動を低減することができる。

【 0 0 8 7 】

また、逆トルクを付与した後、実際にピストン 13が所望の位置に停止するか否かを判定する停止判定部を設け、所望の位置に停止すると判定した場合は、逆トルク付与を停止する構成とした。この場合、エンジンの回転が膨張行程前半の位置で停止する際には、逆トルクの付与は解除される。これにより、逆トルクに起因するエンジンの逆回転を防ぐことができる。

40

【 0 0 8 8 】

さらに、第3期間における停止制御にバックアップ処理を設けた。すなわち、停止判定部で、ピストン 13が所望の位置に停止しないと判定された場合には、ピストン 13が次の圧縮 TDC を乗り越えられるように一旦正トルクを付与する。そして、その圧縮 TDC に到達すると、そこから再び逆トルクを付与して、ピストンを膨張行程前半の位置に停止させる処理を行う。これにより、ピストン 13をより確実に膨張行程前半の位置に停止させることができ、振動の抑制効果を高めることができる。

【 0 0 8 9 】

50

エンジン 11 の燃焼が停止された後、エンジン回転速度がゼロまで降下する際の回転降下期間において、MG30 を用い、共振域では逆トルクを付与し、第 3 期間ではクランク停止処理による逆トルク、又は正逆トルクを付与した。これにより、共振域での振動に加え、エンジンの逆回転に伴う振動も抑制することができる。さらにこの場合、共振域の振動が逆回転の振動に及ぼす悪影響が軽減される。このように、共振域での逆トルク付与と第 3 期間での処理を組み合わせることにより、エンジン 11 の燃焼が停止してからエンジン 11 の回転が停止するまでの間に発生する振動を、相乗的に抑制することができる。

【0090】

本発明は上記実施形態に限らず、例えば次のように実施されてもよい。

【0091】

・上記実施形態では、補機装置として MG30 を用いて逆トルクを付与する構成としたが、エンジン出力軸に対して逆トルクを付与可能な補機装置であればよい。補機装置としては、例えば、ウォーターポンプ、燃料ポンプなどの補機 16 が挙げられる。この場合、MG30 を搭載しない車両においても、車両に通常備わっている装置を用いて逆トルクを付与することができる。そのため、別途新たな装置を設ける必要がなく経済的である。

【0092】

・上記実施形態では、第 2 期間において、所定回転速度域を共振域として逆トルクを付与した。すなわち、所定回転速度域の上限値を共振域の高回転側の境界値 A とし、所定回転速度域の下限値を共振域の低回転側の境界値 B とした。この点、所定回転速度域は共振域を含むように設定される構成であればよい。

【0093】

例えば、共振域よりも高回転側の所定回転速度を上限値として、所定回転速度域を定める構成であってもよい。この場合、図 3 のステップ S18 ではエンジン回転速度 N_e が、共振域の境界値 A よりも高回転側に設定された所定回転速度 N_{e1} 以下であるか否かを判定し、ステップ S18 が YES であれば、逆トルクの付与を開始する。この構成によれば、エンジン 11 の燃焼が停止した後、共振域に到達する以前から逆トルクを付与することにより、共振域の境界値 A 付近での逆トルクによる降下速度に対するレスポンスを向上させることができる。その結果、共振域の通過時間が一層短縮され、振動の抑制効果が高まる。

【0094】

また、共振域よりも高回転側の自立復帰回転速度を上限値として、所定回転速度域を定める構成であってもよい。この場合、図 3 のステップ S18 ではエンジン回転速度 N_e が、自立復帰回転速度に設定された所定回転速度 N_{e1} 以下であるか否かを判定し、ステップ S18 が YES であれば、逆トルクの付与を開始する。この構成によれば、エンジンの燃焼停止に伴いエンジン回転速度が降下し始める当初である所定回転速度 N_{e1} を上回る状態においては、エンジン回転速度の降下速度を大きくせず、エンジンの自立復帰の可能性を見込むことができる。その結果、再始動に必要な消費電力を削減しつつ、共振域での降下速度に対するレスポンスを向上させ、振動の抑制効果を高めることができる。

【0095】

その他に、共振域よりも低回転側の予め設定した所定の回転速度を下限値として、所定回転速度域を定める構成であってもよい。この場合、図 3 のステップ S22 ではエンジン回転速度 N_e が、予め設定された所定回転速度 N_{e2} よりも小さいか否かを判定し、ステップ S22 が YES であれば、逆トルクの付与を停止する。この構成によれば、エンジン回転速度が予め設定した所定の回転速度からゼロまでの間は、エンジン回転速度の降下速度を大きくせず、クランキングによるエンジンの再始動の可能性を見込むことができる。その結果、共振域における振動を抑制しつつ、再始動の始動性を確保することができる。

【0096】

さらに、上述した所定回転速度域の上限値と下限値の設定を組み合わせ、所定回転速度域を設定してもよい。例えば、所定回転速度域の上限値を共振域よりも高回転側の自立復帰回転速度とし、下限値を共振域よりも低回転側の予め設定した所定の回転速度とする

10

20

30

40

50

ことが可能である。かかる場合、燃料供給やクランキングの手段ではエンジンの再始動を行うことができない回転速度領域を早期に通過することができる。一方、エンジンの再始動が可能な領域では、エンジン回転速度の降下速度を大きくしない。その結果、共振域における振動を抑制しつつ、再始動の始動性を確保することができる。

【0097】

・上記実施形態では、共振域での逆トルク付与について、バッテリー35に接続される電気負荷36の消費電力量、バッテリー35の残容量の状態、逆トルク付与に必要な要求トルク量、補機16の運転による負荷に応じて、MG30の回生発電及び力行駆動を選択する構成としたが、その他のパラメータに応じて選択する構成であってもよい。その他のパラメータとしては、MG30の回転速度などが挙げられる。

10

【0098】

なお、MG30の駆動方式の選択にあたり、上記のパラメータ間に優先順位を設定してもよい。例えば、電気負荷36の駆動状況に基づく判定を最優先とし、続いてバッテリー35の残容量の状態、逆トルク付与に必要な要求トルク量、補機16の運転による負荷とすることができる。

【0099】

・上記実施形態では、バッテリー35の残容量の状態として、バッテリー35のSOCを用いたが、これに限らず、例えばバッテリー35の端子間電圧であってもよい。

【0100】

・上記実施形態では、電気負荷36の消費電力量が所定値以上であると判定された場合、具体的にはブレーキペダルが踏み込まれている場合に、回生発電により逆トルクを付与する構成とした。この点、例えば、電気負荷36の消費電力量が所定値未満であると判定された場合、具体的にはブレーキペダルが踏み込まれていない場合に、力行駆動により逆トルクを付与する構成であってもよい。この場合は、電気負荷36による消費電力量が小さくなっている状況であるため、力行駆動しても総電力量を抑えることができる。また、力行駆動を利用することで、より短時間で共振域を通過することができる。これにより、振動を効果的に抑制することができる。

20

【0101】

・第3期間のバックアップ処理について、図8では、タイミングt31からタイミングt33の期間にかけて逆トルクを付与する構成としたが、タイミングt32の停止判定の時点で、逆トルクを停止させる構成であってもよい。

30

【0102】

さらに、図8では、タイミングt33からタイミングt34（第2気筒（#2）が圧縮TDCを迎えたタイミング）の期間にかけて正トルクを付与する構成とした。この点、正トルク付与の期間はこれに限らず、ピストン（ここでは、第2気筒（#2））が圧縮TDCを乗り越えられるように正トルクが付与される構成であればよく、圧縮TDC以前に正トルク付与を停止する構成であってもよい。

【0103】

・クランク角停止処理で付与する逆トルクの大きさは、ピストン13を膨張行程前半の位置に停止させるために必要なトルク量として予め決めておけばよい。また、エンジンの回転が停止する際のピストン13の停止位置を時々刻々予測する手段を設け、予測された停止位置に基づいてトルク量を調整するフィードバック制御を行いながら、逆トルクを付与してもよい。

40

【0104】

・クランク角停止処理で付与する逆トルク及び正トルクの大きさは、適宜変更されてもよく、同じトルク量であっても、異なるトルク量であってもよい。また、バックアップ処理を実施した場合の1度目の逆トルクと2度目の逆トルクの大きさは、適宜変更されてもよい。例えば、2度目の逆トルクを1度目の逆トルクに比べて大きくするようにしてもよく、この構成によれば、より確実にピストンを所望の位置に停止させることができると考えられる。

50

【 0 1 0 5 】

・上記実施形態では、クランク角停止処理において、逆トルクを付与するタイミングとして、圧縮ＴＤＣでのエンジン回転速度 N_e が所定の回転速度 N_{e3} を下回るか否かで判断した。この点、所定の回転速度 N_{e3} を設定するクランク角度位置は圧縮ＴＤＣに限られず、それ以外のクランク角度位置におけるエンジン回転速度 N_e を閾値として設定し判断してもよい。なお、この場合、その閾値を設定したクランク角度位置から逆トルクの付与を開始する構成としてもよい。

【 0 1 0 6 】

・上記実施形態では、クランク角停止処理において、逆トルクを付与するタイミングの判断として、エンジン回転速度に閾値として所定の回転速度 N_{e3} を設けたが、この方法に限られない。例えば、エンジン回転速度 N_e の降下推移からタイミングを判断する方法であってもよい。この場合、ECU50は、例えば圧縮TDC毎のエンジン回転速度 N_e から回転速度降下量 ΔN_e を算出し、エンジン回転速度 N_e がゼロを下回ると予測される圧縮TDC (i) を推定する。そして、その圧縮TDC (i) の直前の圧縮TDC ($i-1$) を迎えたタイミングを、逆トルク付与のタイミングとすることができる。

【 0 1 0 7 】

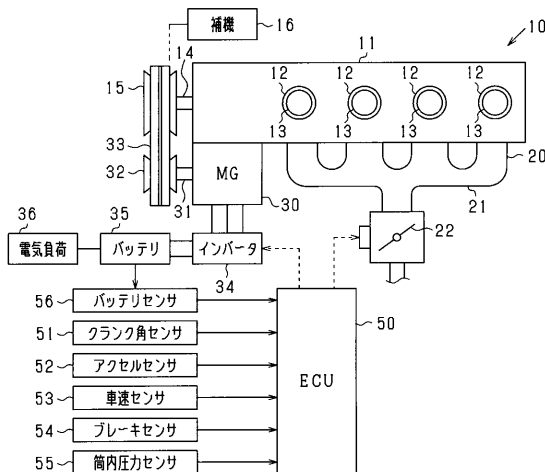
・エンジン回転速度がゼロとなるまでの回転降下期間における上記制御を、エンジンの自動停止の場合に限らず、運転手のイグニッションスイッチ操作による停止の場合に実施してもよい。また、アイドリングストップ機能を有しない車両における停止の場合であってもよい。

【符号の説明】

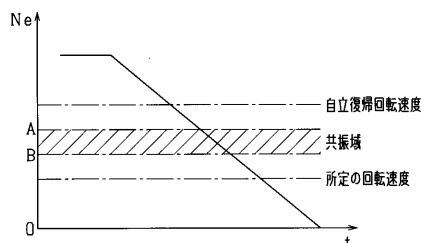
【 0 1 0 8 】

1 1 ... エンジン、 2 0 ... 吸気部、 2 2 ... スロットルバルブ、 5 0 ... E C U。

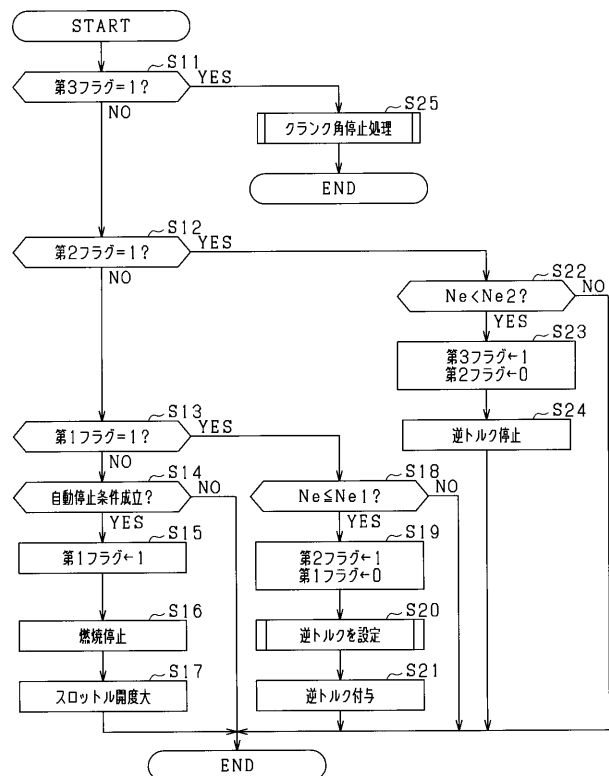
【 図 1 】



【 図 2 】



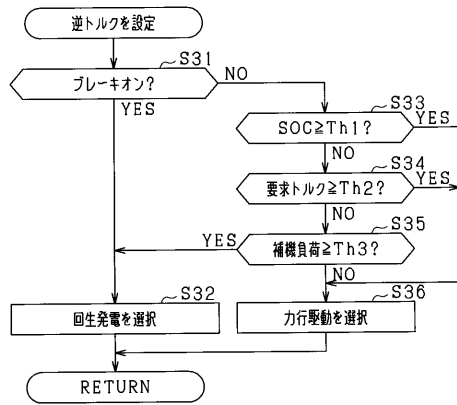
【 図 3 】



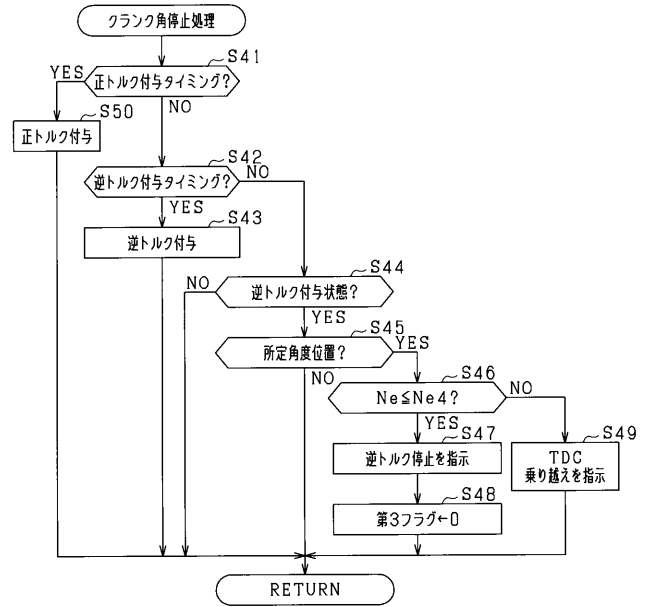
10

20

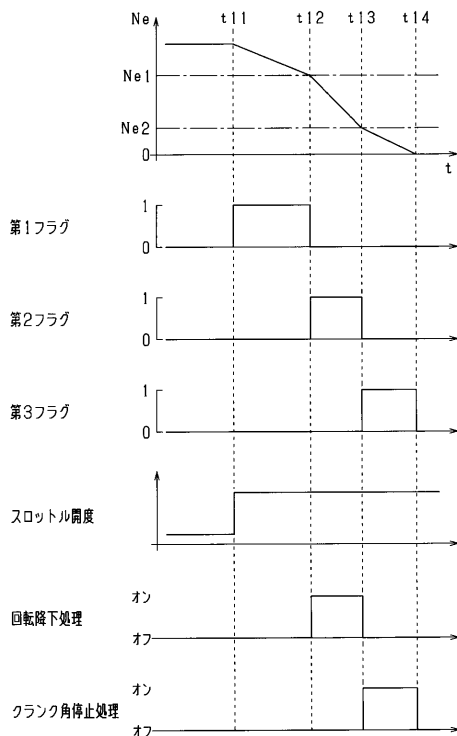
【図 4】



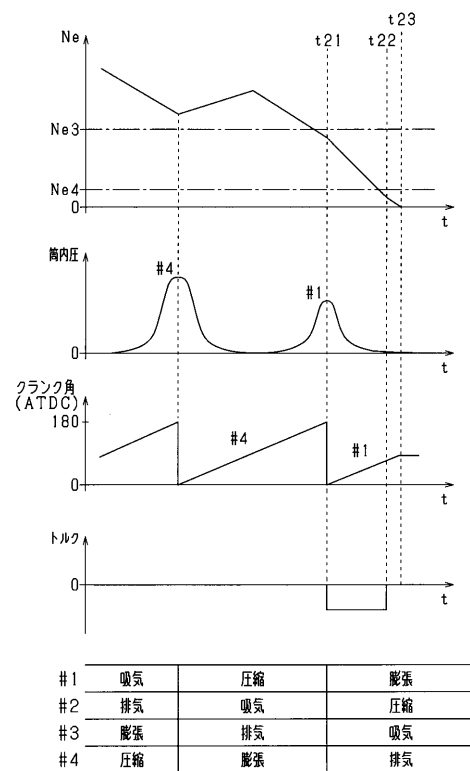
【図 5】



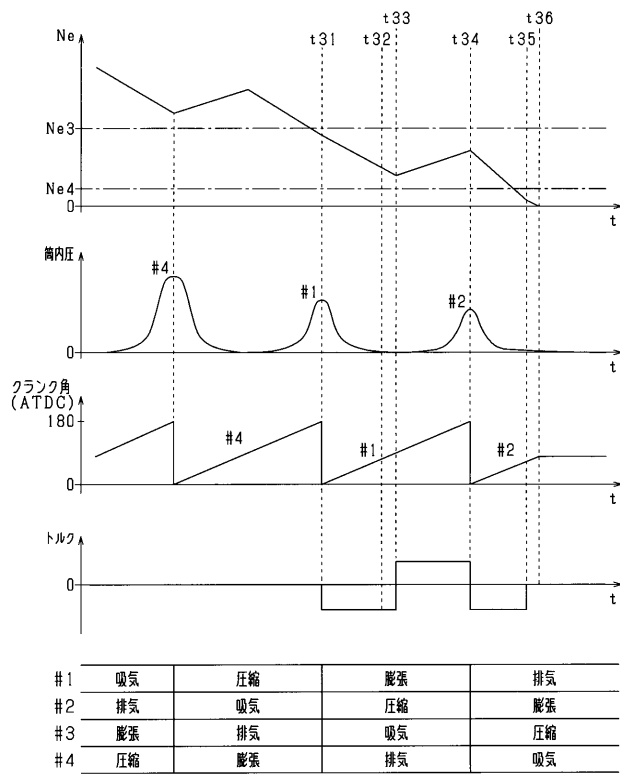
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	F 0 2 D 43/00	3 0 1 Z
	F 0 2 D 45/00	3 6 2 D
	F 0 2 D 41/04	3 1 0 H

F ターム(参考) 3G093 AA01 BA02 BA21 BA22 CA00 DA06 DA07 DB05 DB07 DB15
DB19 EA03 EA09 EB00 EB08
3G301 HA01 HA02 JA37 KA28 LA00 LA01 PC01Z PE03Z PF01Z PF03Z
PG01Z
3G384 AA01 AA03 BA39 BA52 CA23 DA56 FA06Z FA29Z FA58Z FA66Z
FA71Z FA79Z