

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6308203号  
(P6308203)

(45) 発行日 平成30年4月11日(2018.4.11)

(24) 登録日 平成30年3月23日(2018.3.23)

(51) Int.Cl.

F I

**FO2D 41/04 (2006.01)**  
**FO2D 41/10 (2006.01)**  
**FO2D 45/00 (2006.01)**

FO2D 41/04 380J  
FO2D 41/10 380A  
FO2D 41/10 380B  
FO2D 41/04 380G  
FO2D 45/00 312E

請求項の数 9 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-255327 (P2015-255327)  
(22) 出願日 平成27年12月25日(2015.12.25)  
(65) 公開番号 特開2017-115837 (P2017-115837A)  
(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)  
審査請求日 平成29年3月23日(2017.3.23)

(73) 特許権者 000003137  
マツダ株式会社  
広島県安芸郡府中町新地3番1号  
(74) 代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜  
(74) 代理人 100059959  
弁理士 中村 稔  
(74) 代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭  
(74) 代理人 100088694  
弁理士 弟子丸 健  
(74) 代理人 100162824  
弁理士 石崎 亮

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの制御装置において、  
エンジン回転数を取得するエンジン回転数取得手段と、  
アクセル開度を取得するアクセル開度取得手段と、  
このアクセル開度取得手段が取得したアクセル開度に基づきエンジントルクを制御するトルク制御手段と、

を有し、

上記トルク制御手段は、

上記アクセル開度が上昇し始めたときに、車両を加速させるようにエンジンが動作したときに発生する振動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率が上記アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率よりも小さくなるように、エンジントルクの上昇を制限する第1のトルク制御を行い、この第1のトルク制御の後に、当該第1のトルク制御よりもエンジントルクの上昇率を大きくする第2のトルク制御を行い、

上記エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数の変化に基づき上記振動の状態を判定して、上記第1のトルク制御を終了して、上記第2のトルク制御を開始し、

上記トルク制御手段は、上記第1のトルク制御として、エンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率が上記アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率よりも小さくなるように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う、ことを特徴とするエンジンの制御装置。

## 【請求項 2】

上記トルク制御手段は、上記第 2 のトルク制御を行う場合に、この制御による実エンジントルクが上記アクセル開度に応じたエンジントルクに近付くにつれて、エンジントルクの上昇率を小さくする、請求項 1 に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 3】

上記トルク制御手段は、上記第 2 のトルク制御を行う場合に、上記アクセル開度に応じたエンジントルクに到達させるように、エンジントルクの上昇率を上記アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率以上にする、請求項 1 又は 2 に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 4】

上記トルク制御手段は、上記エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数から、クランクシャフトの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも 1 以上を求め、これらの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも 1 以上に基づき上記振動の状態を判定して、上記第 1 のトルク制御を終了して、上記第 2 のトルク制御を開始する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 5】

上記トルク制御手段は、上記エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数に基づき、クランクシャフトの角速度について時間軸上で隣り合う角速度の変化比を求めると共に、クランクシャフトの角躍度を求め、上記角躍度が正の値であり、且つ上記角速度の変化比が 1 以上の所定値を超えたときに、上記第 1 のトルク制御を終了して上記第 2 のトルク制御を開始する、請求項 4 に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 6】

上記トルク制御手段は、上記第 1 のトルク制御又は上記第 2 のトルク制御の実行途中であっても、上記アクセル開度が上昇し始めてから所定時間が経過したときに、これらの制御の実行を終了する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 7】

上記トルク制御手段は、ギヤ段に応じて、エンジントルクの上昇率を変化させる、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 8】

上記トルク制御手段は、  
上記アクセル開度に基づき車両の目標加速度を設定し、この目標加速度を実現するための目標エンジントルクを適用して、上記アクセル開度の増加に応じてエンジントルクを上昇させ、

エンジントルクの上昇率を、上記アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率から変化させる場合には、上記目標エンジントルクを変更したエンジントルクを適用する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

## 【請求項 9】

上記エンジン回転数取得手段は、180度のクランク角度の範囲内においてエンジン回転数を少なくとも 2 回以上取得する、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のエンジンの制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、エンジンの制御装置に係り、特に、アクセル開度などに基づきエンジントルクを制御するエンジンの制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、車両の加速時に（特に減速から加速に転じるとき）、エンジントルクを急激に上昇させると車両に振動が発生するため、このような振動を抑制するようにエンジントルクを緩やかに上昇させることが行われている。しかしながら、エンジントルクを緩やか

10

20

30

40

50

に上昇させると、加速時の振動を抑制することができるが、加速性能が低下するという弊害がある。このような問題を解決しようとした技術が、例えば特許文献1に開示されている。特許文献1には、ドライブシャフトのねじり振動に起因する車体の前後振動の抑制と加速性能とをバランス良く両立させるようにエンジントルクを制御する技術が開示されている。具体的には、この技術では、アクセルペダルの踏み込み速度が高いときには、車両前後振動をある程度許容して、エンジントルクを急峻に上昇させる制御を行い、アクセルペダルの踏み込み速度が低いときには、車両前後振動を抑制するためにエンジントルクを穏やかに上昇させる制御を行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-155412号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したように、加速時に発生する振動を抑制するために、エンジントルクを緩やかに上昇させると、つまりエンジントルクの上昇を制限すると、車両の加速性能(加速レスポンス)が低下する傾向にある。したがって、加速時に発生する振動を抑制しつつ加速性能を確保するためには、振動の発生状態を判定して、例えば振動発生が収まった状態であるかを判定し、そのような判定結果に応じて、振動を抑制するためにエンジントルクの上昇を制限する制御を適切なタイミングで終了して、要求トルクに応じてエンジントルクを上昇させる制御をできる限り早期に開始するのが望ましいと考えられる。

【0005】

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、車両の加速時に発生する振動を抑制しつつ、加速性能を適切に確保することができる、エンジンの制御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】

【0006】

上記の目的を達成するために、本発明は、エンジンの制御装置において、エンジン回転数を取得するエンジン回転数取得手段と、アクセル開度を取得するアクセル開度取得手段と、このアクセル開度取得手段が取得したアクセル開度に基づきエンジントルクを制御するトルク制御手段と、を有し、トルク制御手段は、アクセル開度が上昇し始めたときに、車両を加速させるようにエンジンが動作したときに発生する振動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率がアクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率よりも小さくなるように、エンジントルクの上昇を制限する第1のトルク制御を行い、この第1のトルク制御の後に、当該第1のトルク制御よりもエンジントルクの上昇率を大きくする第2のトルク制御を行い、エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数の変化に基づき振動の状態を判定して、第1のトルク制御を終了して、第2のトルク制御を開始し、トルク制御手段は、第1のトルク制御として、エンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率が上記アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率よりも小さくなるように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う、ことを特徴とする。

このように構成された本発明では、エンジン回転数の変化に基づき振動(特にエンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動)の状態を判定して、振動を抑制するようにエンジントルクの上昇を制限する第1のトルク制御を終了して、エンジントルクを上昇させる第2のトルク制御を開始する。これにより、必要以上にエンジントルクの上昇を制限することを抑制して、要求トルクに応じてエンジントルクを上昇させる制御を速やかに開始させることができる。よって、本発明によれば、車両の加速時に発生する振動を抑制しつつ、加速性能(加速レスポンス)を適切に確保することができる。

【0007】

10

20

30

40

50

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、第2のトルク制御を行う場合に、この制御による実エンジントルクがアクセル開度に応じたエンジントルクに近付くにつれて、エンジントルクの上昇率を小さくする。

このように構成された本発明によれば、ドライバに与える違和感を抑制しつつ、換言すると加速フィーリングを悪化させることなく、エンジントルクをアクセル開度に応じた要求トルクに到達させることができる。

【0008】

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、第2のトルク制御を行う場合に、アクセル開度に応じたエンジントルクに到達させるように、エンジントルクの上昇率をアクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率以上にする。

10

このように構成された本発明によれば、エンジントルクをアクセル開度に応じた要求トルクに速やかに到達させて、加速性能を向上させることができる。

【0009】

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数から、クランクシャフトの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも1以上を求め、これらの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも1以上に基づき振動の状態を判定して、第1のトルク制御を終了して、第2のトルク制御を開始する。

このように構成された本発明によれば、エンジン回転数から求めることができる、クランクシャフトの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも1以上に基づいて、振動の発生状態を判定するので、第1のトルク制御から第2のトルク制御へと適切なタイミングで切り替えることができる。

20

好ましくは、トルク制御手段は、エンジン回転数取得手段が取得したエンジン回転数に基づき、クランクシャフトの角速度について時間軸上で隣り合う角速度の変化比を求めると共に、クランクシャフトの角躍度を求め、角躍度が正の値であり、且つ角速度の変化比が1以上の所定値を超えたときに、第1のトルク制御を終了して第2のトルク制御を開始するのがよい。

【0010】

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、第1のトルク制御又は第2のトルク制御の実行途中であっても、アクセル開度が上昇し始めてから所定時間が経過したときに、これらの制御の実行を終了する。

30

このように構成された本発明によれば、長時間に渡ってエンジントルクの上昇が制限されることによる加速性能の悪化を抑制することができる。

【0011】

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、ギヤ段に応じて、エンジントルクの上昇率を変化させる。

このように構成された本発明によれば、ギヤ段に応じたエンジントルクの上昇率を適用することができる。

【0012】

本発明において、好ましくは、トルク制御手段は、アクセル開度に基づき車両の目標加速度を設定し、この目標加速度を実現するための目標エンジントルクを適用して、アクセル開度の増加に応じてエンジントルクを上昇させ、エンジントルクの上昇率を、アクセル開度の増加に応じたエンジントルクの上昇率から変化させる場合には、目標エンジントルクを変更したエンジントルクを適用するのがよい。

40

【0013】

本発明において、好ましくは、エンジン回転数取得手段は、180度のクランク角度の範囲内においてエンジン回転数を少なくとも2回以上取得するのがよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明のエンジンの制御装置によれば、車両の加速時に発生する振動を抑制しつつ、加速性能を適切に確保することができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態によるエンジンのトルク伝達系を示す概略図である。

【図3】本発明の実施形態によるパワートレインの概略構成図である。

【図4】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図5】車両の加速時に発生する振動についての説明図である。

【図6】本発明の実施形態によるエンジントルク制御の概要を説明するためのタイムチャートである。

10

【図7】本発明の実施形態によるエンジントルク制御を実行した場合に得られた各種パラメータの時間変化を示すタイムチャートである。

【図8】本発明の実施形態によるエンジントルク制御の全体処理を示すフローチャートである。

【図9】本発明の実施形態による振動抑制用トルク決定処理を示すフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置について説明する。

20

【0017】

## 〔システム構成〕

まず、図1を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムについて説明する。図1は、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図である。

【0018】

図1に示すように、エンジンシステム200は、主に、ディーゼルエンジンとしてのエンジンEと、エンジンEに吸気を供給する吸気系INと、エンジンEに燃料を供給するための燃料供給系FSと、エンジンEの排気ガスを排出する排気系EXと、エンジンシステム200に関する各種の状態を検出するセンサ96~110と、エンジンシステム200の制御を行うPCM(Power-train Control Module)60と、を有する。このエンジンシステム200は、例えばフロントエンジン・フロントドライブの駆動方式の車両に適用される。

30

【0019】

まず、吸気系INは、吸気が通過する吸気通路1を有しており、この吸気通路1上には、上流側から順に、外部から導入された空気を浄化するエアクリーナ3と、通過する吸気を圧縮して吸気圧を上昇させる、ターボ過給機5のコンプレッサと、外気や冷却水により吸気を冷却するインタークーラ8と、通過する吸気流量を調整する吸気シャッター弁7と、エンジンEに供給する吸気を一時的に蓄えるサージタンク12と、が設けられている。

40

また、吸気系INにおいて、エアクリーナ3の直下流側の吸気通路1上には、吸入空気量を検出するエアフローセンサ101と吸気温度を検出する吸気温度センサ102とが設けられ、ターボ過給機5には、吸気の圧力を検出する吸気圧センサ103が設けられ、インタークーラ8の直下流側の吸気通路1上には、吸気温度を検出する吸気温度センサ106が設けられ、吸気シャッター弁7には、この吸気シャッター弁7の開度を検出する吸気シャッター弁位置センサ105が設けられ、サージタンク12には、吸気マニホールドにおける吸気の圧力を検出する吸気圧センサ108が設けられている。これらの、吸気系INに設けられた各種センサ101~108は、それぞれ、検出したパラメータに対応する検出信号S101~S108をPCM60に出力する。

【0020】

50

次に、エンジン E は、吸気通路 1（詳しくは吸気マニホールド）から供給された吸気を燃焼室 17 内に導入する吸気バルブ 15 と、燃焼室 17 に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 20 と、燃焼室 17 内での混合気の燃焼により往復運動するピストン 23 と、ピストン 23 の往復運動により回転されるクランクシャフト 25 と、燃焼室 17 内での混合気の燃焼により発生した排気ガスを排気通路 41 へ排出する排気バルブ 27 と、を有する。また、エンジン E には、クランクシャフト 25 における上死点などを基準とした回転角としてのクランク角を検出するクランク角センサ 100 が設けられており、このクランク角センサ 100 は、検出したクランク角に対応する検出信号 S100 を PCM60 に出力し、PCM60 は、この検出信号 S100 に基づきエンジン回転数を取得する。基本的には、クランク角センサ 100 は、クランクシャフト 25 が 180 度回転する間に検出信号 S100 を少なくとも 2 回以上出力する。例えば、クランク角センサ 100 は、クランクシャフト 25 が 30 度回転するごとに検出信号 S100 を出力する、つまり 30 度ごとのクランク角を検出する。

10

#### 【0021】

次に、燃料供給系 FS は、燃料を貯蔵する燃料タンク 30 と、燃料タンク 30 から燃料噴射弁 20 に燃料を供給するための燃料供給通路 38 とを有する。燃料供給通路 38 には、上流側から順に、低圧燃料ポンプ 31 と、高圧燃料ポンプ 33 と、コモンレール 35 とが設けられている。

#### 【0022】

次に、排気系 EX は、排気ガスが通過する排気通路 41 を有しており、この排気通路 41 上には、上流側から順に、通過する排気ガスによって回転され、この回転によって上記したようにコンプレッサを駆動する、ターボ過給機 5 のタービンと、排気ガスの浄化機能を有するディーゼル酸化触媒（DOC：Diesel Oxidation Catalyst）45 及びディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF：Diesel particulate filter）46 とが設けられている。DOC 45 は、排出ガス中の酸素を用いて炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）などを酸化して水と二酸化炭素に変化させる触媒であり、DPF 46 は、排気ガス中の粒子状物質（PM：Particulate Matter）を捕集するフィルタである。

20

また、排気系 EX においては、ターボ過給機 5 のタービンの上流側の排気通路 41 上には、排気圧を検出する排気圧センサ 109 が設けられ、DPF 46 の直下流側の排気通路 41 上には、酸素濃度を検出するリニア O<sub>2</sub> センサ 110 が設けられている。これらの、排気系 EX に設けられた各種センサ 109 及び 110 は、それぞれ、検出したパラメータに対応する検出信号 S109 及び S110 を PCM60 に出力する。

30

#### 【0023】

更に、本実施形態では、ターボ過給機 5 は、排気エネルギーが低い低回転域から高回転域まで全域で効率よく高過給を得られる 2 段過給システムとして構成されている。即ち、ターボ過給機 5 は、高回転域において多量の空気を過給するための大型ターボチャージャー 5a と、低い排気エネルギーでも効率よく過給を行える小型ターボチャージャー 5b と、小型ターボチャージャー 5b のコンプレッサへの吸気の流れを制御するコンプレッサバイパスバルブ 5c と、小型ターボチャージャー 5b のタービンへの排気の流れを制御するレギュレートバルブ 5d と、大型ターボチャージャー 5a のタービンへの排気の流れを制御するウェイストゲートバルブ 5e とを備えており、エンジン E の運転状態（エンジン回転数及び負荷）に応じて各バルブを駆動することにより、大型ターボチャージャー 5a と小型ターボチャージャー 5b による過給を切り替える。

40

#### 【0024】

本実施形態によるエンジンシステム 200 は、更に、EGR 装置 43 を有する。EGR 装置 43 は、ターボ過給機 5 のタービンの上流側の排気通路 41 とターボ過給機 5 のコンプレッサの下流側（詳しくはインタークーラ 8 の下流側）の吸気通路 1 とを接続する EGR 通路 43a と、EGR 通路 43a を通過させる排気ガスの流量を調整する EGR バルブ 43b とを有する。EGR 装置 43 によって吸気系 IN に還流される排気ガス量（EGR ガス量）は、ターボ過給機 5 のタービン上流側の排気圧と、吸気シャッター弁 7 の開度に

50

よって作り出される吸気圧と、EGRバルブ43bの開度とによって概ね決定される。

【0025】

次に、図2を参照して、本発明の実施形態によるエンジンにおけるエンジントルクの伝達系について説明する。図2は、本発明の実施形態によるエンジンのトルク伝達系を示す概略図である。

【0026】

図2に示すように、エンジンEは、エンジンマウントMtにより車体に固定されており、このエンジンEから出力されたエンジントルクは、フライホイール(図示せず)を介して、トランスミッションTMに伝達される。本実施形態では、エンジンE及びトランスミッションTM(フライホイールも含む)が一体的に組み付けられてパワートレインPTを構成しており、このパワートレインPT全体がエンジンマウントMtにより車体に固定されている。そして、トランスミッションTMから出力されたエンジントルクは、ドライブシャフトDSを介して、駆動輪としての車輪(タイヤ)WHに伝達される。このようなエンジントルクの伝達系は、図2に示すように、ばねとマス(質量)によって構成されており、ばねによる振動要素を有している。

10

【0027】

なお、一般的に用いられている「パワートレイン」の文言には、エンジンマウントMtにより車体に構成されたユニットだけでなく、これ以外の構成要素(例えばプロペラシャフトなど)も含む場合があるが、本明細書では、エンジンマウントMtにより車体に構成されたユニット(後述するロール運動を一体的に行うユニット)に対して「パワートレイン」の文言を用いている。

20

【0028】

次に、図3を参照して、本発明の実施形態によるパワートレインの構成について説明する。図3は、本発明の実施形態によるパワートレインの概略構成を示している。

【0029】

図3に示すように、パワートレインPTは、エンジンE、フライホイールFW(トルクコンバータでもよい)及びトランスミッションTMを有しており、上記したエンジンマウントMtを構成する第1のエンジンマウントMt1及び第2のエンジンマウントMt2によって車体に固定されている。具体的には、パワートレインPTは、ペンデュラム方式にて車体に固定されている。このペンデュラム方式では、パワートレインPTを上方から第2のエンジンマウントMt2により釣り下げて振り子の運動で前後に動かすようにし(パワートレインPTの重心とほぼ重なるような慣性主軸(ロール軸)を用いて前後に振れるようにしている)、パワートレインPTの下方に第1のエンジンマウントMt1を設けて、この第1のエンジンマウントMt1によって振り子の動き(前後方向の動き)を規制している。第1のエンジンマウントMt1は、振り子の動きを車両の推進力にすることもできる。

30

【0030】

次に、図4を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の電氣的構成について説明する。図4は、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。

40

【0031】

本発明の実施形態によるPCM60(エンジンの制御装置)は、上述した各種センサ100~110の検出信号S100~S110に加えて、アクセルペダルの開度(アクセル開度)を検出するアクセル開度センサ97、及び車速を検出する車速センサ98のそれぞれが出力した検出信号S97、S98に基づいて、燃料噴射弁20に対する制御を行うべく制御信号S131を出力する。具体的には、PCM60は、クランク角センサ100からの検出信号S100に対応するエンジン回転数を取得するエンジン回転数取得部61と、アクセル開度センサ97からの検出信号S97に対応するアクセル開度を取得するアクセル開度取得部63と、アクセル開度などに基づきエンジントルクを制御するトルク制御部65と、を備える。トルク制御部65は、アクセル開度に応じた目標加速度を決定して

50

、この目標加速度に応じた目標トルクを決定し、この目標トルクを実現するように燃料噴射弁20を制御する。

【0032】

これらのPCM60の各構成要素は、CPU、当該CPU上で解釈実行される各種のプログラム(OSなどの基本制御プログラムや、OS上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む)、及びプログラムや各種のデータを記憶するためのROMやRAMの如き内部メモリを備えるコンピュータにより構成される。

【0033】

[加速時に発生する振動]

次に、図5を参照して、車両の加速時(特に減速から加速に転じるとき)に発生する振動について説明する。図5(a)~(c)は、図3と同様のパワートレインPTの概略構成を示しており、図5(a)は、加速初期に発生する振動についての説明図であり、図5(b)は、加速中期に発生する振動についての説明図であり、図5(c)は、加速後期に発生する振動についての説明図である。

10

【0034】

まず、図5(a)に示すように、加速初期では、エンジントルクが上昇し始めたときに、エンジントルクが伝達される伝達系のガタを有する部材間(伝達系内のギヤや、ドライブシャフトDSと車輪WHとの間のスプラインなど)において所謂「ガタ詰め」が行われる。このときにガタ詰めが勢いよく行われると、振動が発生する(特に音が発生する)。なお、より厳密に言うと、加速初期では、まず、燃焼室17内での燃焼によりピストン23等を介してクランクシャフト25に付与されたトルクによってクランクシャフト25が捻じれて、この後に伝達系のガタ詰めが行われる。

20

【0035】

次に、図5(b)に示すように、伝達系のガタ詰めが終了すると、ペンデュラム方式にて車体に釣り下げられたパワートレインPTがロール運動を行う。具体的には、クランクシャフト25が回転する方向と反対方向にパワートレインPTに力が付与されて、パワートレインPTが前方にロール運動を行う。このようにパワートレインPTがロール運動を行うときに、振動(ショック)が発生する傾向にある。

【0036】

次に、図5(c)に示すように、パワートレインPTのロール運動が終了すると(具体的にはロール運動による第1のエンジンマウントMt1のつぶし込みが終了すると)、ドライブシャフトDSを介して車輪WHに向かって力が加わることとなるが、車輪WHが接地しているため、車輪WHが転がる前に、エンジントルクによりドライブシャフトDSが捻じれる。このときに振動が発生する傾向にある。なお、ドライブシャフトDSの捻じれは、パワートレインPTのロール運動が終了した時点で発生するとは限らず、パワートレインPTのロール運動中にも発生する。つまり、パワートレインPTのロール運動と並行してドライブシャフトDSの捻じれが発生する場合もある。

30

【0037】

そして、ドライブシャフトDSの捻じれが所定の位相に達すると(例えば降伏点に達すると)、ドライブシャフトDSの捻じれが止まり、ドライブシャフトDSから車輪WHに向かって力が加わり、車輪WHが転がり始める。この場合、車輪WHによるドライブシャフトDSの固定が解放され、捻じれたドライブシャフトDSが復元しようとし、このドライブシャフトDSの復元による力が反力としてパワートレインPTに向かって伝達される。このときにも振動が発生する傾向にある。

40

【0038】

上記したような一連の振動は、加速時にエンジントルクを大きく上昇させると、繰り返し発生する。つまり、伝達系のガタ詰め パワートレインPTのロール運動 ドライブシャフトDSの捻じれ 捻じれたドライブシャフトDSの復元、が繰り返し発生する。一般的には、このように振動が繰り返し発生することを抑制するために、エンジントルクをかなり緩やかに上昇させるようにしている。

50

## 【 0 0 3 9 】

## 〔 制御内容 〕

次に、本発明の実施形態によるエンジントルク制御について説明する。

## 【 0 0 4 0 】

最初に、図 6 を参照して、本発明の実施形態によるエンジントルク制御の概要について説明する。図 6 は、本発明の実施形態によるエンジントルク制御の概要を説明するためのタイムチャートである。

## 【 0 0 4 1 】

図 6 において、グラフ G 1 1 は、アクセル開度の時間変化を示し、グラフ G 1 2 は、アクセル開度に応じた要求トルクの時間変化を示し、グラフ G 1 3 は、本実施形態において決定された目標トルクを示し、グラフ G 1 4 は、比較例による目標トルクを示し、グラフ G 1 5 は、本実施形態による目標トルクを適用したときの加速度の時間変化を示している。

ここでは、時刻  $t_{11}$  において、アクセルペダルが踏み込まれて（アクセル開度が上昇）、減速状態にある車両が加速状態へと移行する場合について説明する。また、グラフ G 1 2 に示すアクセル開度に応じた要求トルクは、アクセル開度に応じた目標加速度を実現するために付与すべきトルク（以下では適宜「基本目標トルク」と呼ぶ。）である。グラフ G 1 3 に示す目標トルクは、本実施形態において、加速性能を確保しつつ加速時の振動を抑制する観点から、基本目標トルクを変更したトルク（以下では適宜「振動抑制用目標トルク」と呼ぶ。）である。また、グラフ G 1 4 に示す目標トルクは、加速性能の向上を犠牲にして加速時の振動を抑制することを優先して定めた、比較例による目標トルクである。

## 【 0 0 4 2 】

グラフ G 1 3 に示すように、本実施形態では、PCM 6 0 のトルク制御部 6 5 は、車両の加速時に発生する振動を抑制するために、原則、グラフ G 1 2 に示す基本目標トルク（要求トルク）よりもエンジントルクの上昇率を小さくして、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う。また、本実施形態では、トルク制御部 6 5 は、このようにエンジントルクの上昇を制限しつつも、車両の加速性能を確保するように（グラフ G 1 5 参照）、グラフ G 1 4 に示す比較例による目標トルクよりもエンジントルクの上昇率を大きくする。

## 【 0 0 4 3 】

特に、本実施形態では、トルク制御部 6 5 は、車両伝達系、つまりばねマス系の振動特性を考慮に入れ（図 2 参照）、振動特性に応じたエンジントルクの上昇の制限を行うことで、加速時の振動を適切に抑制しつつ、必要以上にエンジントルクの上昇を制限しないようにして加速性能を確保するようにしている。具体的には、トルク制御部 6 5 は、加速時において振動の発生要因となる、上記した伝達系のガタ詰め、パワートレイン PT のロール運動、ドライブシャフト DS の捻じれ、及び捻じれたドライブシャフト DS の復元のそれぞれに対処するように、エンジントルクの上昇率を制御する。この場合、本実施形態では、図 6 に示すように、トルク制御部 6 5 は、5 つの制御状態 0 ~ 4 を規定し、各々の制御状態において個別にエンジントルクの上昇率を制御する（矢印 A 1 参照）。なお、制御状態 0 ~ 2 によるトルク制御は本発明における「第 1 のトルク制御」に相当し、制御状態 3 ~ 4 によるトルク制御は本発明における「第 2 のトルク制御」に相当する。

## 【 0 0 4 4 】

まず、加速開始直後の制御状態 0 では（時刻  $t_{11}$  から時刻  $t_{12}$ ）、トルク制御部 6 5 は、エンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制するように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う。こうすることで、伝達系のガタ詰めにゆっくり行わせて、ガタ詰め時に大きな振動（特に音）を生じさせないようにしている。

## 【 0 0 4 5 】

次いで、トルク制御部 6 5 は、制御状態 1 では（時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{13}$ ）、パ

10

20

30

40

50

ワートレインPTのロール運動の開始条件（換言すると初期状態）を与えるように、具体的にはワートレインPTのロール運動の初速を制御するように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う。こうすることで、ワートレインPTのロール運動の初速を所定速度以下に制限して、この後に実行するワートレインPTのロール運動を抑制する制御の制御性を向上させるようにしている。

【0046】

次いで、トルク制御部65は、制御状態2では（時刻 $t_{13}$ から時刻 $t_{14}$ ）、ワートレインPTのロール運動が発生している最中において、このロール運動を抑制するように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う。こうすることで、ワートレインPTのロール速度をコントロールして、つまり低い速度でロール運動させるようにして、第1のエンジンマウントMt1を速やかに減衰状態にし、ワートレインPTのロール運動が収束するようにしている。

なお、エンジンマウントMtのほうがドライブシャフトDSよりも柔らかい材料で形成されているので、上記のようにワートレインPTのロール運動を抑制するようにエンジントルクの上昇を制限することで（制御状態2）、ドライブシャフトDSの捻じれに適切に対処することができる。つまり、ワートレインPTのロール運動を抑制するように制御を行うことで、ドライブシャフトDSをゆっくり捻じれさせることができ、ドライブシャフトDSの捻じれに起因する振動を抑制できるのである。

【0047】

次いで、トルク制御部65は、制御状態3では（時刻 $t_{14}$ から時刻 $t_{15}$ ）、エンジンEから伝達されたトルクにより捻じれたドライブシャフトDSが復元するときに発生する反力を打ち消すように、上記したエンジントルクの上昇の制限を解除して、エンジントルクを上昇させる制御を行う。具体的には、トルク制御部65は、捻じれたドライブシャフトDSが復元するときにワートレインPTへと伝達される力（ワートレインPTを後方へと押し戻そうとする力）よりも少なくとも大きな前向きの力をワートレインPTに発生させるように、エンジントルクを上昇させる制御を行う。例えば、トルク制御部65は、基本目標トルク（要求トルク）の上昇率と同程度の上昇率か、若しくは基本目標トルクの上昇率よりも大きな上昇率にて、エンジントルクを上昇させる。こうすることで、捻じれたドライブシャフトDSの反力による影響を抑制して、具体的にはドライブシャフトDSの反力によりワートレインPTが後方に押し戻されることを抑制して、推進方向に向けてワートレインPTに力が付与された状態を保持するようにしている。これにより、ドライブシャフトDSの反力によってワートレインPTが後方に押し戻されて、ワートレインPTのロール運動などが再度発生することを抑制するようにしている。

【0048】

次いで、トルク制御部65は、制御状態4では（時刻 $t_{15}$ から時刻 $t_{16}$ ）、要求トルクとしての基本目標トルクにエンジントルクを到達させるように、エンジントルクを上昇させる制御を行う。例えば、トルク制御部65は、基本目標トルクの上昇率と同程度の上昇率か、若しくは基本目標トルクの上昇率よりも大きな上昇率にて、エンジントルクを上昇させる。また、トルク制御部65は、実際のエンジントルクが基本目標トルクに近づくにつれて、エンジントルクの上昇率を小さくしていく。こうすることで、エンジントルクをアクセル開度に応じた基本目標トルクに違和感なく速やかに到達させて、加速性能を向上させるようにしている。

【0049】

なお、トルク制御部65は、上記したような制御状態0～4ごとのトルク制御を、エンジン回転数変化に基づき切り替える。具体的には、トルク制御部65は、クランク角センサ100から入力された検出信号S100に基づき、クランクシャフト25の角速度、角加速度及び角躍度（換言すると角加加速度）の少なくとも1以上を求め、これらの角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも1以上に基づき、制御状態0～4を切り替えて、エンジントルクの上昇率を変化させる。この場合、トルク制御部65は、角速度、角加速度及び角躍度の少なくとも1以上に基づいて、エンジンシステムにおいて発生してい

10

20

30

40

50

る、伝達系のガタ詰め、パワートレインPTのロール運動、及び捻じれたドライブシャフトDSの復元を判定し（特にこれらの現象の発生タイミング及び/又は終了タイミングを判定する）、その判定結果に応じて制御状態0～4を切り替える。

【0050】

また、トルク制御部65は、制御状態0～4のいずれかを実行している最中であっても、アクセル開度が上昇し始めてから所定時間（例えば100～400ms程度の時間）が経過したときに、制御状態0～4のいずれかに応じたトルク制御を中止し、基本目標トルクに応じた通常のトルク制御を実行する。基本的には、制御状態0～4によるトルク制御は、アクセル開度が上昇し始めてから所定時間以内に完了するように設定されている、つまり制御状態0～4によるトルク制御を実行することで加速時の振動が所定時間以内に収まるように設定されている。しかしながら、状況によっては制御状態0～4によるトルク制御を実行しても振動が収まりにくい場合もあり、その場合には、加速性能を確保する観点から、制御状態0～4によるトルク制御を途中で終了し、基本目標トルクに応じた通常のトルク制御を実行する。

10

【0051】

次に、図7を参照して、本発明の実施形態によるエンジントルク制御について、より具体的に説明する。図7は、本発明の実施形態によるエンジントルク制御を実行した場合に得られた各種パラメータの時間変化を示すタイムチャートの一例である。

【0052】

図7(a)は、アクセル開度の時間変化を示し、図7(b)は、ドライブシャフトDSのトルクの時間変化を示し、図7(c)は、第1のエンジンマウントMt1の前後方向における位相（換言すると前後方向の移動量）の時間変化を示し、図7(d)は、制御状態の時間推移を示し、図7(e)は、エンジントルクの時間変化を示し、図7(f)は、エンジン回転数の時間変化を示し、図7(g)は、クランクシャフト25の角速度に関して時間軸上で隣り合う角速度の変化比の時間変化を示し、図7(h)は、クランクシャフト25の角躍度（角加加速度）の時間変化を示している。

20

【0053】

ここでは、図7(a)に示すように、時刻t21において、アクセルペダルが踏み込まれて、減速状態にある車両が加速状態へと移行する場合について説明するものとする。図7(b)に示すドライブシャフトDSのトルクは、例えばドライブシャフトDSに付した歪みゲージなどにより計測される。図7(c)に示す第1のエンジンマウントMt1の位相は、「0」を基準位置とし、第1のエンジンマウントMt1が前方に移動すると「0」よりも小さな値になる。図7(e)において、破線は基本目標トルク（要求トルク）の時間変化を示し、実線は本実施形態による振動抑制用目標トルクの時間変化を示している。図7(f)に示すエンジン回転数は、PCM60がクランク角センサ100の検出信号S100から求めた値であり、図7(g)、(h)に示す角速度の変化比及び角躍度は、PCM60がこのエンジン回転数から求めた値である。この場合、PCM60は、クランク角センサ100から今回入力された検出信号S100に基づき求めた角速度を、クランク角センサ100から前回入力された検出信号S100に基づき求めた角速度によって除算した値を、角速度の変化比として求める。この角速度の変化比は、角加加速度を表すパラメータとなる。角加加速度は、角速度の変化度合いを絶対値により示すパラメータであるのに対して、角速度の変化比は、離散値として取得された角速度において、角速度の今回値と前回値との相対値を示すパラメータとなる。

30

40

【0054】

まず、時刻t21においてアクセル開度が上昇し始めたときに、PCM60のトルク制御部65は、制御状態0を設定して、エンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制するように、エンジントルクの上昇を制限する制御を行う。具体的には、トルク制御部65は、制御状態0では、ガタ詰め時の振動を抑制しつつ、ガタ詰めが速やかに完了するように、必要最小限のエンジントルクを付与してガタ詰めを完了させるようにする。例えば、トルク制御部65は、3～4程度の燃焼サイクルにおいて

50

、0 N付近のエンジントルクを付与するように制御を行う。この0 N付近のトルクは、フライホイールFWに発生しているトルクに相当し、エンジンEにおいてピストン23からクランクシャフト25に実際に伝達される力は100 N程度である。

#### 【0055】

次いで、伝達系のガタ詰めが完了した後に、パワートレインPTのロール運動が開始する。このようにパワートレインPTのロール運動が開始したときには、図7(c)中の矢印A21に示すように、第1のエンジンマウントMt1の位相が基準位置(「0」)から前方にずれる、若しくは、第1のエンジンマウントMt1の位相が上昇状態から下降状態へと移行する。この場合、パワートレインPTのロール運動が開始すると、クランクシャフト25の角速度が上昇し始めることとなる。したがって、トルク制御部65は、クランクシャフト25の角速度が上昇し始めたタイミングで、パワートレインPTのロール運動が開始したと判断して、制御ステート0から制御ステート1に切り替える。具体的には、トルク制御部65は、角躍度が正の値で、且つ角速度の変化比が1以上の第1所定値(例えば1.01)を超えたときに(時刻t22)、制御ステート0から制御ステート1に切り替えて、パワートレインPTのロール運動の初速を制御するようにエンジントルクの上昇を制限する制御を開始する。この場合、トルク制御部65は、制御ステート1では、パワートレインPTのロール運動の初速が所定速度以下となるように、比較的小さな上昇率にてエンジントルクを上昇させる(このエンジントルクの上昇率は事前に適合などにより決定すればよい)。また、ロール運動の初速に適用する所定速度は、振動(ショック)をほとんど生じさせないようなロール運動をパワートレインPTに行わせる観点から定められる。基本的には、トルク制御部65は、制御ステート1でのエンジントルクの上昇率を、上記した制御ステート0でのエンジントルクの上昇率よりも小さくする。

10

20

#### 【0056】

次いで、トルク制御部65は、パワートレインPTのロール運動が発生している最中の所定のタイミングで、このロール運動を直接的に抑制する制御を行うべく、制御ステート1から制御ステート2に切り替える。具体的には、トルク制御部65は、角躍度が正の値で、且つ角速度の変化比が上記の第1所定値よりも大きな第2所定値(例えば1.02)を超えたときに(時刻t23)、制御ステート1から制御ステート2に切り替えて、パワートレインPTのロール運動を抑制するようにエンジントルクの上昇を制限する制御を開始する。この場合、トルク制御部65は、制御ステート2では、第1のエンジンマウントMt1を速やかに減衰状態にして、パワートレインPTのロール運動を収束させるべく、パワートレインPTが低い速度でロール運動を行うように、比較的小さな上昇率にてエンジントルクを上昇させる(このエンジントルクの上昇率は事前に適合などにより決定すればよい)。基本的には、トルク制御部65は、制御ステート2でのエンジントルクの上昇率を、上記した制御ステート1でのエンジントルクの上昇率よりも小さくする。

30

#### 【0057】

次いで、パワートレインPTのロール運動が終了すると、その後、捻じれたドライブシャフトDSが復元して反力が発生することとなる。この場合、図7(c)中の矢印A22に示すタイミングにおいて、第1のエンジンマウントMt1の前方への移動が止まり、パワートレインPTのロール運動が終了していることがわかる。また、このタイミングでは、図7(b)中の矢印A23に示すように、ドライブシャフトDSに付与されるトルクが大きく、ドライブシャフトDSが大きく捻じれていることがわかる。これより、この後直ちにドライブシャフトDSが復元して反力を発生することが推測される。このように、パワートレインPTのロール運動が終了し、ドライブシャフトDSの反力が発生しそうなタイミングでは、クランクシャフト25の角速度が上昇から下降に転じることとなる(換言すると角躍度が正値から負値に転じることとなる)。

40

#### 【0058】

したがって、トルク制御部65は、クランクシャフト25の角速度が上昇状態から下降状態へと変化したタイミングで、パワートレインPTのロール運動が終了して、この後にドライブシャフトDSの反力が発生するものと判断して、制御ステート2から制御ステー

50

ト 3 に切り替える。具体的には、トルク制御部 65 は、角躍度が所定値（0 又は 0 付近の負の値）以下となり、且つ角速度の変化比が下降し始めたときに（時刻 t 24）、制御ステート 2 から制御ステート 3 に切り替えて、ドライブシャフト DS が復元するときに発生する反力を打ち消すようにエンジントルクを上昇させる制御を開始する。この場合、トルク制御部 65 は、制御ステート 3 では、ドライブシャフト DS の反力によりパワートレイン PT が後方に押し戻されることを抑制して、推進方向に向けてパワートレイン PT に力が付与された状態を保持するように、比較的大きな上昇率にてエンジントルクを上昇させる（このエンジントルクの上昇率は事前に適合などにより決定すればよい）。例えば、トルク制御部 65 は、基本目標トルク（要求トルク）の上昇率と同程度の上昇率か、若しくは基本目標トルクの上昇率よりも大きな上昇率にて、エンジントルクを上昇させる。基本的には、トルク制御部 65 は、制御ステート 3 でのエンジントルクの上昇率を、上記した制御ステート 2 でのエンジントルクの上昇率よりも大きくする。

10

## 【0059】

次いで、トルク制御部 65 は、捻じれたドライブシャフト DS が復元するときの反力による影響が抑制されたタイミングで、上記した制御ステート 3 から制御ステート 4 に切り替える。具体的には、トルク制御部 65 は、角速度の変化比がほぼ 1 であり、且つ角躍度が上昇し始めたときに（時刻 t 25）、ドライブシャフト DS の反力による影響が抑制されたものと判断して、制御ステート 3 から制御ステート 4 に切り替えて、基本目標トルク（要求トルク）に到達させるようにエンジントルクを上昇させる制御を開始する。例えば、トルク制御部 65 は、基本目標トルクの上昇率と同程度の上昇率か、若しくは基本目標トルクの上昇率よりも大きな上昇率にて、エンジントルクを上昇させる。1つの例では、トルク制御部 65 は、制御ステート 4 でのエンジントルクの上昇率を、上記した制御ステート 3 でのエンジントルクの上昇率よりも大きくする。

20

## 【0060】

この後、時刻 t 26 において、アクセル開度が上昇し始めてから（換言すると加速時の振動を抑制するための本実施形態による制御を開始してから）所定時間が経過することで、トルク制御部 65 は、上記した制御ステート 4 による制御を終了して、基本目標トルクに応じた通常のトルク制御を実行する。

## 【0061】

なお、制御ステート 3 及び 4 においてエンジントルクを上昇させる制御を行う場合に、車両の加速時に発生する躍度が所定の制限値以下になるように、エンジントルクの上昇率を制御するのがよい。この躍度の制限値は、加速フィーリングを向上する観点から、車両のギヤ段やアクセル開度の大きさなどに応じて設定するのがよい。

30

## 【0062】

## [フローチャート]

次に、図 8 及び図 9 を参照して、本発明の実施形態によるエンジントルク制御において実行される具体的な制御処理について説明する。

## 【0063】

図 8 は、本発明の実施形態によるエンジントルク制御の全体処理を示すフローチャートである。このフローは、車両のイグニッションがオンにされ、エンジンの制御装置（PCM 60）に電源が投入された場合に起動され、所定の周期で繰り返し実行される。

40

## 【0064】

まず、ステップ S1 では、PCM 60 は、車両の運転状態を取得する。具体的には、PCM 60 は、アクセル開度センサ 97 が検出したアクセル開度、車速センサ 98 が検出した車速、クランク角センサ 100 が検出したクランク角、車両の変速機に現在設定されているギヤ段等を含む、上述した各種センサ 97、98、100 ~ 110 が出力した検出信号 S97、S98、S100 ~ 110 等を運転状態として取得する。

## 【0065】

次いで、ステップ S2 では、PCM 60 は、ステップ S1 において取得されたアクセルペダルの操作等を含む車両の運転状態に基づき、目標加速度を設定する。具体的には、P

50

ＣＭ６０のトルク制御部６５が、種々の車速及び種々のギヤ段について規定された加速度特性マップ（予め作成されてメモリなどに記憶されている）の中から、現在の車速及びギヤ段に対応する加速度特性マップを選択し、選択した加速度特性マップを参照して現在のアクセル開度に対応する目標加速度を決定する。

【００６６】

次いで、ステップＳ３では、PCM６０のトルク制御部６５は、ステップＳ２において決定された目標加速度を実現するためのエンジンＥの基本目標トルクを決定する。この場合、トルク制御部６５は、現在の車速、ギヤ段、路面勾配、路面μなどに基づき、エンジンＥが出力可能なトルクの範囲内で、基本目標トルクを決定する。

【００６７】

次いで、ステップＳ４では、トルク制御部６５は、本実施形態による加速時の振動を抑制するためのエンジントルク制御（以下では「振動抑制制御」と呼ぶ。）を実行する条件が成立しているか否かを判定する。具体的には、トルク制御部６５は、アクセルペダルが踏み込まれて、車両を減速状態から加速状態へと移行させる場合に、振動抑制制御の実行条件が成立していると判定する（ステップＳ４：Ｙｅｓ）。この場合には、ステップＳ５に進み、トルク制御部６５は、振動抑制制御を実行すべく、ステップＳ３において決定された基本目標トルクを変更した新たな目標トルクを決定する（以下では、当該目標トルクを「振動抑制用トルク」と呼び、振動抑制用トルクを決定する処理を「振動抑制用トルク決定処理」と呼ぶ）。この後、ステップＳ６に進む。他方で、振動抑制制御の実行条件が成立していない場合（ステップＳ４：Ｎｏ）、ステップＳ５を実行せずに、ステップＳ６に進む。

【００６８】

ステップＳ６では、トルク制御部６５は、エンジンＥから最終的に出力させるべき最終目標トルクを決定する。具体的には、トルク制御部６５は、ステップＳ５を実行した場合には、ステップＳ５において決定された振動抑制用トルクを最終目標トルクとして決定し、ステップＳ５を実行しなかった場合には、ステップＳ４において決定された基本目標トルクを最終目標トルクとして決定する。

【００６９】

次いで、ステップＳ７では、トルク制御部６５は、ステップＳ６において決定された最終目標トルクをエンジンＥから出力させるべく、燃料噴射弁２０を制御する。具体的には、まず、トルク制御部６５は、最終目標トルク及びエンジン回転数に基づいて、燃料噴射弁２０から噴射させるべき要求噴射量を設定し、この要求噴射量及びエンジン回転数に基づいて、燃料の噴射パターン及び燃圧を設定する。そして、トルク制御部６５は、こうして設定した噴射パターン及び燃圧に基づき、燃料噴射弁２０を制御する。

【００７０】

なお、アクセル開度の大きさやアクセル開度の変化速度やギヤ段などに応じて、車両に発生する躍度を制限するための制限値を設定し、車両に発生する躍度が当該制限値を超えないように目標加速度を制限するのがよい。若しくは、車両に発生する躍度が当該制限値を超えないように基本目標トルク又は最終目標トルクを制限してもよい。

【００７１】

次に、図９を参照して、図８のステップＳ５において実行される振動抑制用トルク決定処理について説明する。図９は、本発明の実施形態による振動抑制用トルク決定処理を示すフローチャートである。このフローも、PCM６０（特にトルク制御部６５）によって繰り返し実行される。

【００７２】

まず、ステップＳ５０１では、トルク制御部６５は、アクセル開度が上昇し始めてから（換言すると振動抑制制御を開始してから）所定時間が経過したか否かを判定する。例えば、当該所定時間は、１００～４００ｍｓ程度の時間に設定される。所定時間が経過した場合（ステップＳ５０１：Ｙｅｓ）、振動抑制用トルク決定処理を終了し、所定時間が経過していない場合（ステップＳ５０１：Ｎｏ）、ステップＳ５０２に進む。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

ステップ S 5 0 2 では、トルク制御部 6 5 は、クランク角センサ 1 0 0 から入力された検出信号 S 1 0 0 に基づき、クランクシャフト 2 5 の角速度に関して時間軸上で隣り合う角速度の変化比と、クランクシャフト 2 5 の角躍度とを求める。

## 【 0 0 7 4 】

次いで、ステップ S 5 0 3 では、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 0 によるトルク制御を実行する条件（ステート 0 実行条件）が成立しているか否かを判定する。このステート 0 実行条件は、角速度の変化比が 1 以上の第 1 所定値（例えば 1 . 0 1 ）未満であるか、若しくは角躍度が負の値であるという条件である。ステート 0 実行条件に、このような角速度の変化比及び角躍度の条件に加えて、制御ステート 1 ~ 4 によるトルク制御を現在  
10  
実行中でないという条件を付加してもよい。こうすることで、制御ステート 0 に設定されている場合に、後述するステート 1 実行条件が成立するまで制御ステート 0 によるトルク制御を継続させるようにするのがよい。

## 【 0 0 7 5 】

ステート 0 実行条件が成立している場合（ステップ S 5 0 3 : Y e s ）、ステップ S 5 0 4 に進み、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 0 によるトルク制御において適用する振動抑制用トルク（ステート 0 用トルク）を設定する。具体的には、トルク制御部 6 5 は、エンジントルクが伝達される伝達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率を制限するようなステート 0 用トルクを設定する。例えば、トルク制御部  
20  
6 5 は、上述したような 0 N 付近のトルクをステート 0 用トルクとして設定する。また、トルク制御部 6 5 は、現在設定されているギヤ段に応じてステート 0 用トルクを変化させる。この場合、トルク制御部 6 5 は、低速ギヤ（2 速や 3 速など）では高速ギヤ（4 速や 5 速など）よりもステート 0 用トルクを小さくする。

## 【 0 0 7 6 】

他方で、ステート 0 実行条件が成立していない場合（ステップ S 5 0 3 : N o ）、ステップ S 5 0 5 に進み、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 1 によるトルク制御を実行する条件（ステート 1 実行条件）が成立しているか否かを判定する。このステート 1 実行条件は、角速度の変化比が 1 以上の第 1 所定値（例えば 1 . 0 1 ）以上で、且つ角躍度が正の値であるという条件である。ステート 1 実行条件に、このような角速度の変化比及び角躍度の条件に加えて、制御ステート 0 又は 1 によるトルク制御を現在実行中であるという条件  
30  
（換言すると制御ステート 2 ~ 4 によるトルク制御を現在実行中でないという条件）を付加してもよい。こうすることで、制御ステート 0 に設定されている場合には、上記の角速度の変化比及び角躍度の条件が成立したときに、制御ステート 0 から制御ステート 1 に切り替えるようにし、制御ステート 1 に設定されている場合には、後述するステート 2 実行条件が成立するまで制御ステート 1 によるトルク制御を継続させるようにするのがよい。

## 【 0 0 7 7 】

ステート 1 実行条件が成立している場合（ステップ S 5 0 5 : Y e s ）、ステップ S 5 0 6 に進み、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 1 によるトルク制御において適用する振動抑制用トルク（ステート 1 用トルク）を設定する。具体的には、トルク制御部 6 5 は、  
40  
パワートレイン P T のロール運動の初速を制御すべく、エンジントルクの上昇率を制限するようなステート 1 用トルクを設定する。特に、トルク制御部 6 5 は、パワートレイン P T のロール運動の初速が所定速度以下となるようなステート 1 用トルクを設定する。また、トルク制御部 6 5 は、現在設定されているギヤ段に応じてステート 1 用トルクを変化させる。この場合にも、トルク制御部 6 5 は、低速ギヤでは高速ギヤよりもステート 1 用トルクを小さくする。更に、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 1 でのエンジントルクの上昇率が制御ステート 0 でのエンジントルクの上昇率よりも小さくなるように、ステート 1 用トルクを設定する。

## 【 0 0 7 8 】

他方で、ステート 1 実行条件が成立していない場合（ステップ S 5 0 5 : N o ）、ステ  
50

ップS507に進み、トルク制御部65は、制御ステート2によるトルク制御を実行する条件(ステート2実行条件)が成立しているか否かを判定する。このステート2実行条件は、角速度の変化比が第1所定値よりも大きな第2所定値(例えば1.02)以上で、且つ角躍度が正の値であるという条件である。ステート2実行条件に、このような角速度の変化比及び角躍度の条件に加えて、制御ステート1又は2によるトルク制御を現在実行中であるという条件(換言すると制御ステート0、1、3によるトルク制御を現在実行中でないという条件)を付加してもよい。こうすることで、制御ステート1に設定されている場合には、上記の角速度の変化比及び角躍度の条件が成立したときに、制御ステート1から制御ステート2に切り替えるようにし、制御ステート2に設定されている場合には、後述するステート3実行条件が成立するまで制御ステート2によるトルク制御を継続させるようにするのがよい。

10

**【0079】**

ステート2実行条件が成立している場合(ステップS507:Yes)、ステップS508に進み、トルク制御部65は、制御ステート2によるトルク制御において適用する振動抑制用トルク(ステート2用トルク)を設定する。具体的には、トルク制御部65は、パワートレインPTのロール運動を抑制すべく、エンジントルクの上昇率を制限するようなステート2用トルクを設定する。特に、トルク制御部65は、パワートレインPTが所定速度以下でロール運動を行うようなステート2用トルクを設定する。また、トルク制御部65は、現在設定されているギヤ段に応じてステート2用トルクを変化させる。この場合にも、トルク制御部65は、低速ギヤでは高速ギヤよりもステート2用トルクを小さく

20

**【0080】**

他方で、ステート2実行条件が成立していない場合(ステップS507:No)、ステップS509に進み、トルク制御部65は、制御ステート3によるトルク制御を実行する条件(ステート3実行条件)が成立しているか否かを判定する。このステート3実行条件は、角速度の変化比が下降し、且つ角躍度が所定値(0又は0付近の負の値)以下であるという条件である。ステート3実行条件に、このような角速度の変化比及び角躍度の条件に加えて、制御ステート2又は3によるトルク制御を現在実行中であるという条件(換言すると制御ステート0、1、4によるトルク制御を現在実行中でないという条件)を付加してもよい。こうすることで、制御ステート2に設定されている場合には、上記の角速度の変化比及び角躍度の条件が成立したときに、制御ステート2から制御ステート3に切り替えるようにし、制御ステート3に設定されている場合には、後述するステート4実行条件が成立するまで制御ステート3によるトルク制御を継続させるようにするのがよい。

30

**【0081】**

ステート3実行条件が成立している場合(ステップS509:Yes)、ステップS510に進み、トルク制御部65は、制御ステート3によるトルク制御において適用する振動抑制用トルク(ステート3用トルク)を設定する。具体的には、トルク制御部65は、ドライブシャフトDSが復元するときに発生する反力を打ち消すようにエンジントルクを上昇させるステート3用トルクを設定する。この場合、トルク制御部65は、ドライブシャフトDSの反力によりパワートレインPTが後方に押し戻されることを抑制して、推進方向に向けてパワートレインPTに力が付与された状態を保持するように、ステート3用トルクを設定する。また、トルク制御部65は、現在設定されているギヤ段に応じてステート3用トルクを変化させる。この場合にも、トルク制御部65は、低速ギヤでは高速ギヤよりもステート3用トルクを小さくする。更に、トルク制御部65は、制御ステート3でのエンジントルクの上昇率が制御ステート2でのエンジントルクの上昇率よりも大きくなるように、ステート3用トルクを設定する。例えば、トルク制御部65は、制御ステート3でのエンジントルクの上昇率が基本目標トルクの上昇率以上になるように、ステート3用トルクを設定する。

40

50

## 【 0 0 8 2 】

他方で、ステート 3 実行条件が成立していない場合（ステップ S 5 0 9 : N o ）、ステップ S 5 1 1 に進み、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 4 によるトルク制御を実行する条件（ステート 4 実行条件）が成立しているか否かを判定する。このステート 4 実行条件は、振動発生が収まった状態であるか否かを判定するための条件に相当し、角速度の変化比がほぼ 1 で、且つ角躍度が上昇しているという条件である。ステート 4 実行条件に、このような角速度の変化比及び角躍度の条件に加えて、制御ステート 3 又は 4 によるトルク制御を現在実行中であるという条件（換言すると制御ステート 0 ~ 2 によるトルク制御を現在実行中でないという条件）を付加してもよい。こうすることで、制御ステート 3 に設定されている場合には、上記の角速度の変化比及び角躍度の条件が成立したときに、制御ステート 3 から制御ステート 4 に切り替えるようにし、制御ステート 4 に設定されている場合には、アクセル開度が上昇し始めてから所定時間が経過するまで制御ステート 4 によるトルク制御を継続させるようにするのがよい。

10

## 【 0 0 8 3 】

ステート 4 実行条件が成立している場合（ステップ S 5 1 1 : Y e s ）、ステップ S 5 1 2 に進み、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 4 によるトルク制御において適用する振動抑制用トルク（ステート 4 用トルク）を設定する。具体的には、トルク制御部 6 5 は、エンジントルクを基本目標トルクに到達させるようにエンジントルクを上昇させるステート 4 用トルクを設定する。この場合にも、トルク制御部 6 5 は、現在設定されているギヤ段に応じてステート 4 用トルクを変化させる。つまり、トルク制御部 6 5 は、低速ギヤでは高速ギヤよりもステート 4 用トルクを小さくする。更に、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 4 でのエンジントルクの上昇率が制御ステート 3 でのエンジントルクの上昇率よりも大きくなるように、ステート 4 用トルクを設定する。例えば、トルク制御部 6 5 は、制御ステート 4 でのエンジントルクの上昇率が基本目標トルクの上昇率以上になるように、ステート 4 用トルクを設定する。

20

他方で、ステート 4 実行条件が成立していない場合（ステップ S 5 1 1 : N o ）、振動抑制用トルク決定処理を終了する。

## 【 0 0 8 4 】

なお、実験やシミュレーションを行って最適なステート 1 用トルク ~ ステート 4 用トルクを事前に決定しておき、図 9 の振動抑制用トルク決定処理では、そのように決定されたステート 1 用トルク ~ ステート 4 用トルクのそれぞれを設定するのがよい。特に、種々のギヤ段ごとに適用すべきステート 1 用トルク ~ ステート 4 用トルクのそれぞれを事前に決定しておくのがよい。また、ギヤ段だけでなく、車速に応じたステート 1 用トルク ~ ステート 4 用トルクのそれぞれを決定しておいてもよい。

30

## 【 0 0 8 5 】

[ 作用効果 ]

次に、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の作用効果について述べる。

## 【 0 0 8 6 】

本実施形態によれば、エンジン回転数変化（クランクシャフト 2 5 の角速度、角加速度、角躍度の少なくとも 1 以上）に基づいて、エンジンシステムにおいて発生している、伝達系のガタ詰め、パワートレイン P T のロール運動、及び捻じれたドライブシャフト D S の復元を判定し、その判定結果に応じてエンジントルクの上昇を個別に制限するので、これらの現象に起因する振動の各々を適切に抑制することができる。この場合、本実施形態では、振動の要因となる現象に応じたトルク制限を行うため、振動の要因となる現象を考慮せずにトルク制限を行う比較例に比して、必要以上にエンジントルクの上昇を制限することがないので、全体で見たときのトルク制限を緩めることができ、つまり加速時におけるエンジントルクの上昇率を大きくすることができ、車両の加速性能（加速レスポンス）を向上させることができる。

40

## 【 0 0 8 7 】

具体的には、本実施形態では、まず、加速開始直後に、エンジントルクが伝達される伝

50

達系のガタ詰め時に発生する振動を抑制するようにエンジントルクの上昇を制限するので、このガタ詰め時に発生する振動を適切に抑制することができる。次に、パワートレイン P T のロール運動の開始時に、パワートレイン P T のロール運動の初速を制御するようにエンジントルクの上昇を制限するので、パワートレイン P T のロール運動の制御性を向上させることができ、その結果、パワートレイン P T のロール運動を抑制しやすくなる。次に、パワートレイン P T のロール運動中に、このロール運動を抑制するようにエンジントルクの上昇を制限するので、パワートレイン P T を低い速度でロール運動させて、第 1 のエンジンマウント M t 1 を速やかに減衰状態にし、パワートレイン P T のロール運動を適切に収束させることができる。

【 0 0 8 8 】

10

次に、本実施形態では、エンジン E から伝達されたトルクにより捻じれたドライブシャフト D S が復元するときに発生する反力を打ち消すように、エンジントルクの上昇の制限を解除して、エンジントルクを上昇させるので、ドライブシャフト D S の反力によりパワートレイン P T が後方に押し戻されることを抑制して、推進方向に向けてパワートレイン P T に力が付与された状態を適切に保持することができる。これにより、パワートレイン P T のロール運動などが再度発生することを抑制することができる。次に、アクセル開度に応じた要求トルク（基本目標トルク）にエンジントルクを到達させるように、エンジントルクを上昇させるので、エンジントルクをアクセル開度に応じた要求トルクに速やかに到達させ、加速性能を向上させることができる。

【 0 0 8 9 】

20

[ 変形例 ]

上記した実施形態では、ディーゼルエンジンとしてのエンジン E に対して本発明を適用した例を示したが、本発明の適用はこれに限定されない。本発明は、ガソリンエンジンにも適用可能である。

【 0 0 9 0 】

また、上記した実施形態では、パワートレイン P T がペンデュラム方式にて車体に固定された構成に対して本発明を適用した例を示したが、本発明は、パワートレイン P T をペンデュラム方式以外のマウント方式にて車体に固定した構成にも適用可能である。

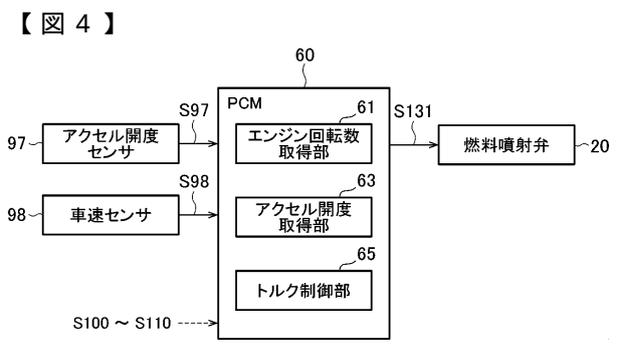
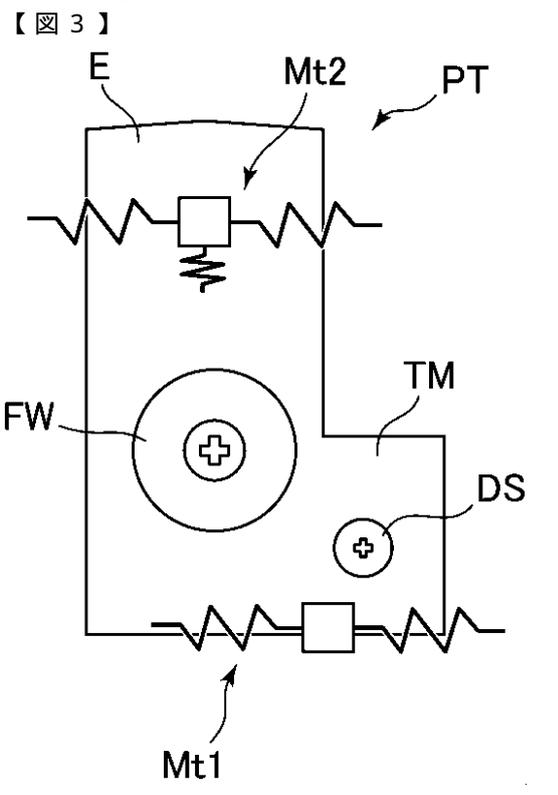
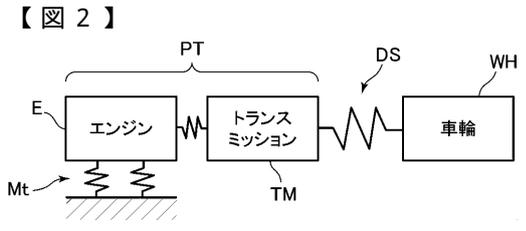
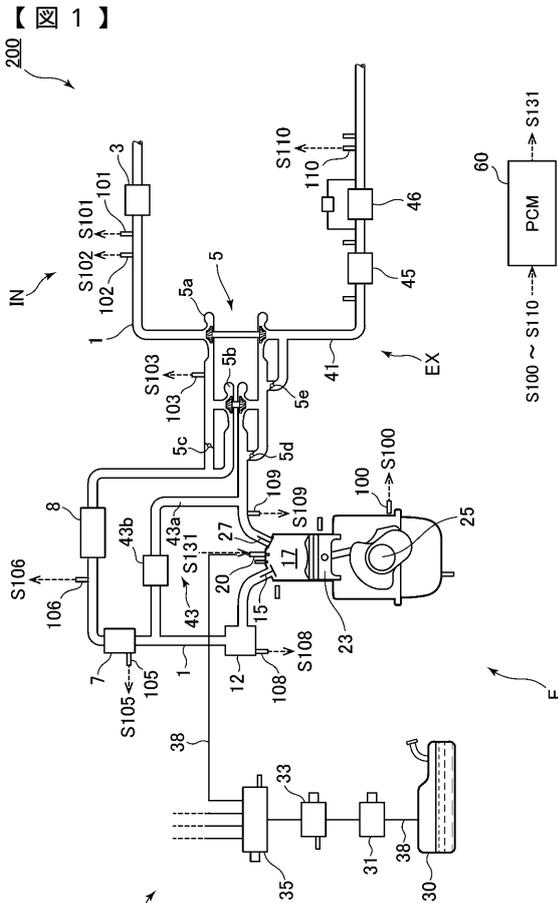
【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

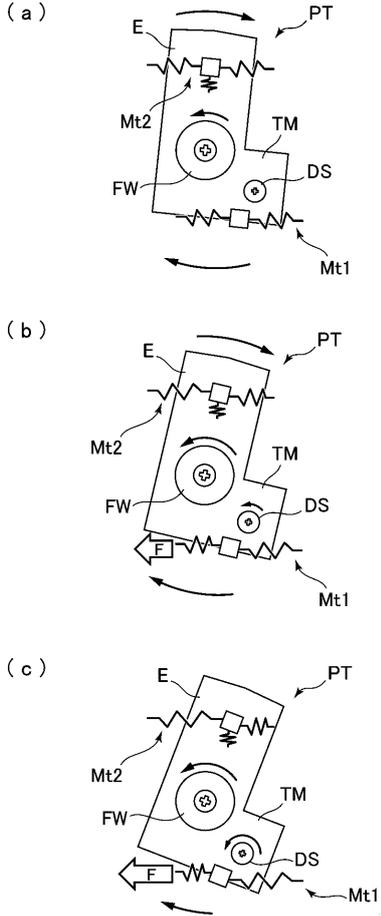
30

- 1 吸気通路
- 5 ターボ過給機
- 2 0 燃料噴射弁
- 4 1 排気通路
- 6 0 P C M
- 6 5 トルク制御部
- 9 7 アクセル開度センサ
- 1 0 0 クランク角センサ
- D S ドライブシャフト
- E エンジン
- M t エンジンマウント
- P T パワートレイン

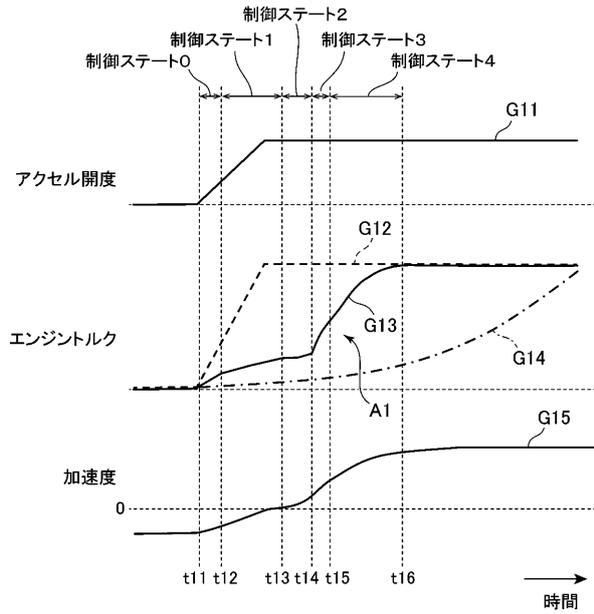
40



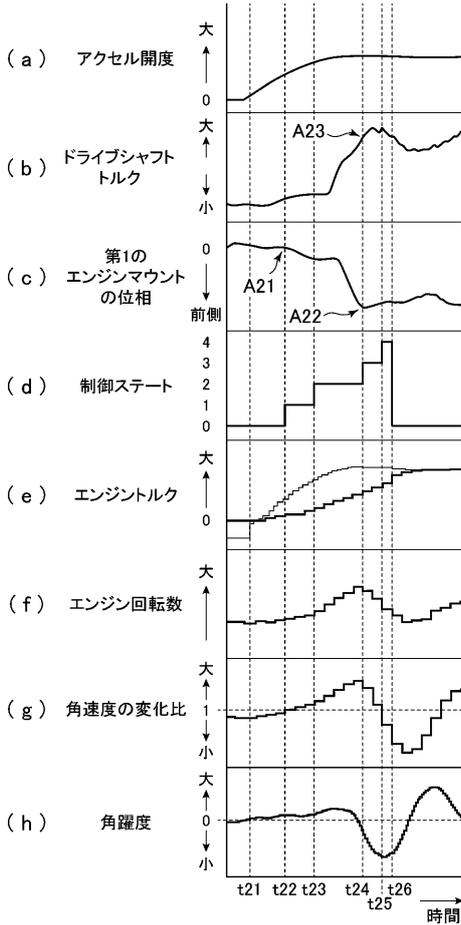
【図5】



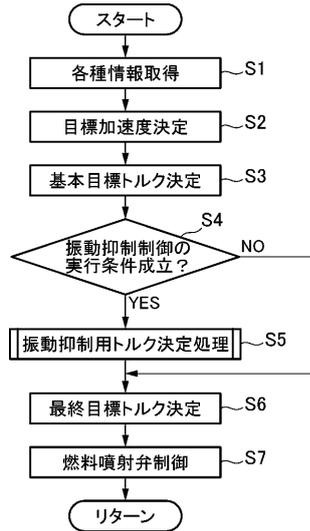
【図6】



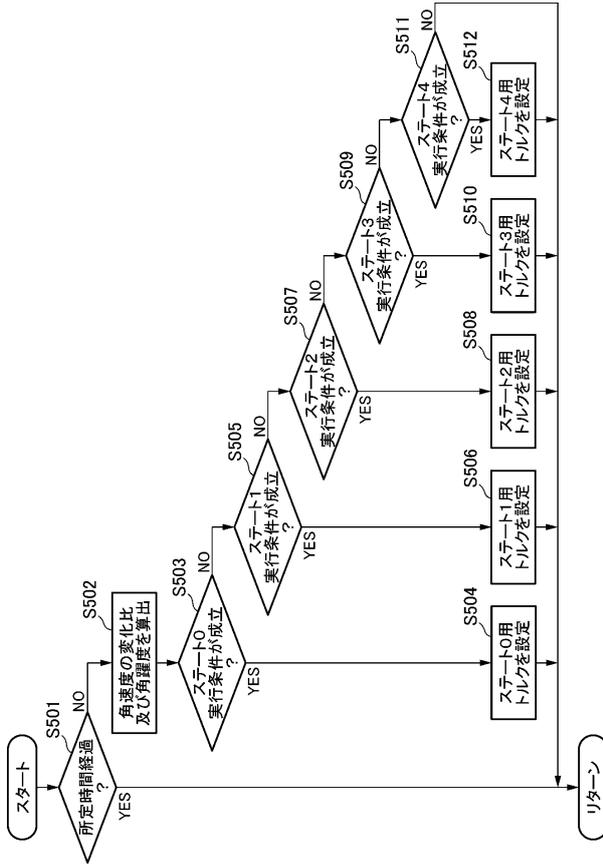
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 D 45/00 3 6 2 J

(72)発明者 鴻海 健二郎  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 氏原 健幸  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 田村 佳孝

(56)参考文献 特開2009-57960(JP,A)  
特開2012-159066(JP,A)  
特開2009-47080(JP,A)  
特開2008-69658(JP,A)  
特開2009-180231(JP,A)  
国際公開第2014/091917(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0  
F 0 2 D 9 / 0 0 - 1 1 / 1 0  
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0  
B 6 0 K 1 / 0 0 - 6 / 1 2  
B 6 0 K 7 / 0 0 - 8 / 0 0