

(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2010-14071

(P2010-14071A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2N 11/04 (2006.01)	FO2N 11/04 ZHVD	3G005
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2D 29/02 D	3G065
FO2N 11/08 (2006.01)	FO2N 11/08 V	3G092
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 33OZ	3G093
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 23/00 Z	3G301

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-176234 (P2008-176234)
 (22) 出願日 平成20年7月4日 (2008.7.4)

(71) 出願人 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 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100106622
 弁理士 和久田 純一
 (74) 代理人 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123319
 弁理士 関根 武彦
 (74) 代理人 100131532
 弁理士 坂井 浩一郎

最終頁に続く

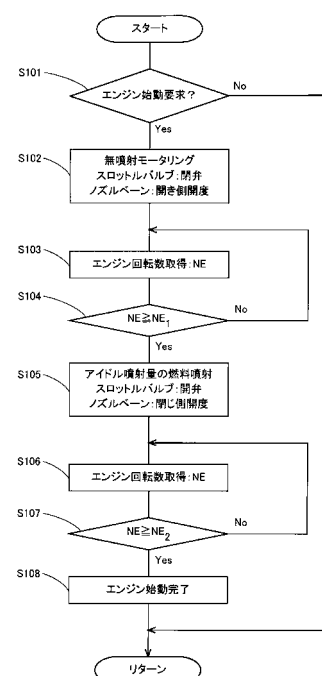
(54) 【発明の名称】 ハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッドシステムにおけるエンジン始動時において、回転数のオーバーシュートや振動の増大を好適に抑制し、円滑なエンジン始動を可能にする技術を提供する。

【解決手段】 停止状態のエンジン1を始動させる要求が発生した場合、まず、インジェクタ29による燃料噴射を行わずに、MG1によってエンジン1をモータリングすることによって、エンジン1の回転数を上昇させるモータリング始動制御を行う。そして、エンジン1の回転数が所定の基準回転数NE1に達した時点で、MG1によるエンジンモータリングを停止するとともに、インジェクタ29による燃料噴射を開始し、燃料の燃焼エネルギーによってエンジン1の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御を行う。そして、エンジン1の始動が完了したと判定可能な目標回転数NE2までエンジン1の回転数が上昇した時点で、エンジン1の始動制御を終了する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関と、

前記内燃機関以外の動力源である第 1 の動力源と、

前記内燃機関以外の動力源であって、燃料の燃焼エネルギーによらずに前記内燃機関を動作させる駆動力を出力する第 2 の動力源と、

を有し、少なくとも前記第 1 の動力源によって駆動系に駆動力を出力するハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置であって、

前記内燃機関に燃料噴射を行う燃料噴射装置と、

前記内燃機関を始動させる場合に、

前記燃料噴射装置による燃料噴射を行わずに前記第 2 の動力源によって前記内燃機関を駆動して該内燃機関の回転数を上昇させるモータリング始動制御と、

前記第 2 の動力源による前記内燃機関の駆動を行わずに前記燃料噴射装置による燃料噴射を行って該内燃機関の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御と、

を切り替えて実行する始動制御手段と、

を備えることを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記始動制御手段は、前記内燃機関の回転数が、所定の回転数に達するまでは、前記モータリング始動制御を行い、それ以後は前記燃料噴射始動制御を行うことを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

前記始動制御手段は、前記内燃機関の回転数が、前記内燃機関と前記駆動系との共振の大きさが所定の基準より大きくなる回転数領域より速い所定の回転数に達するまでは、前記モータリング始動制御を行い、それ以後は前記燃料噴射始動制御を行うことを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記内燃機関の回転変動及び／又はトルク変動を測定する測定手段を更に備え、

前記始動制御手段は、前記測定手段により測定される前記内燃機関の回転変動又はトルク変動に基づいて、前記内燃機関の回転数が、前記共振の大きさが所定の基準より大きくなる回転数領域に、含まれるか否かを判定することを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項において、

前記内燃機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁を更に備え、

前記始動制御手段は、前記モータリング始動制御を行う時に、前記燃料噴射始動制御を行う時と比較して、前記吸気絞り弁を閉じ側の開度にすることを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれか 1 項において、

前記内燃機関の吸気通路に設けられたコンプレッサ及び該内燃機関の排気通路に設けられたタービンを含むターボチャージャを更に備え、該ターボチャージャは、該タービンに開度可変のノズルベーンを備え、該ノズルベーンの開度を開き側の開度にすることでその過給効率を低くすることが可能な可変容量型のターボチャージャであり、

前記始動制御手段は、前記モータリング始動制御を行う時に、前記燃料噴射始動制御を行う時と比較して、前記ノズルベーンの開度を開き側の開度にすることを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれか 1 項において、

前記第 2 の動力源は、前記第 1 の動力源の余剰動力であることを特徴とするハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッドシステムのエンジン始動時において、所定回転数までモータによりクランキングし、所定回転数以上で燃料噴射を開始し、エンジン完爆を判定したらモータによるクランキングを停止することにより、エンジン始動を円滑化することを図った技術が特許文献 1 に記載されている。

【特許文献 1】特開平 10-331749 号公報

【特許文献 2】特開平 11-200911 号公報

【特許文献 3】特開 2005-256732 号公報

【特許文献 4】特開 2006-233841 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このように、ハイブリッドシステムにおけるエンジン始動時に、モータによるクランキングと同時に燃料噴射が行われると、モータリングによる回転上昇と燃料の燃焼エネルギーによる回転上昇とが相乗的に作用して、エンジン回転数がオーバーシュートしたり振動が増大したりする可能性があった。

【0004】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、ハイブリッドシステムにおけるエンジン始動時において、回転数のオーバーシュートや振動の増大を好適に抑制し、円滑なエンジン始動を可能にする技術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】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明は、

内燃機関と、

前記内燃機関以外の動力源である第 1 の動力源と、

前記内燃機関以外の動力源であって、燃料の燃焼エネルギーによらずに前記内燃機関を動作させる駆動力を出力する第 2 の動力源と、

を有し、少なくとも前記第 1 の動力源によって駆動系に駆動力を出力するハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置であって、

前記内燃機関に燃料噴射を行う燃料噴射装置と、

前記内燃機関を始動させる場合に、

前記燃料噴射装置による燃料噴射を行わずに前記第 2 の動力源によって前記内燃機関を駆動して該内燃機関の回転数を上昇させるモータリング始動制御と、

前記第 2 の動力源による前記内燃機関の駆動を行わずに前記燃料噴射装置による燃料噴射を行って該内燃機関の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御と、

を切り替えて実行する始動制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【0006】

上記構成によれば、内燃機関を始動させる際に、第 2 の動力源による内燃機関の駆動と、燃料の燃焼エネルギーによる内燃機関の駆動と、が同時に行われることが抑制される。これにより、内燃機関の始動時に、内燃機関に過剰な駆動エネルギーが供給されて振動が増大することや、内燃機関の回転数が過剰に上昇して始動完了時の目標回転数をオーバー

10

20

30

40

50

シュートしてしまうことを抑制できる。

【0007】

本発明において、始動制御手段は、内燃機関の回転数に基づいて、モータリング始動制御と燃料噴射始動制御とを切り替えるようにしても良い。すなわち、始動制御手段は、内燃機関の始動を開始してから、内燃機関の回転数が所定の回転数に達するまでの期間は、モータリング始動制御を行い、内燃機関の回転数が当該所定の回転数に達してから始動完了時の目標回転数に達するまでの期間は、燃料噴射始動制御を行うようにしても良い。

【0008】

ここで、所定の回転数は、第2の動力源のみによって到達可能な回転数の上限値以下の回転数であれば、目的に応じて任意に設定することができる。

10

【0009】

例えば、低回転状態の内燃機関の回転数を燃料の燃焼エネルギーによって上昇させる場合の燃料消費量が多い。従って、低回転領域においては、燃料の燃焼エネルギーではなく、第2の動力源によって内燃機関の回転数を上昇させるようにすれば、内燃機関の始動時の燃費特性を向上させることができる。この場合、第2の動力源のみによって到達可能な回転数の上限値を、上記構成における「所定の回転数」に設定することができる。

【0010】

また、内燃機関の低回転領域には、内燃機関と駆動系との共振の大きさが大きくなる回転数領域が存在する。共振が大きくなる回転数領域は、内燃機関や駆動系の構造や重量等の諸元によって決まる固有の回転数の範囲である。このような共振が大きい回転数領域（以下「共振領域」という）において燃料噴射が行われると、共振に起因して発生する振動が大きくなり易い。従って、内燃機関の回転数が共振領域に含まれるときには、燃料の燃焼エネルギーではなく、第2の動力源によって内燃機関の回転数を上昇させるようにすれば、内燃機関の始動時の振動を抑制できる。この場合、共振領域を予め実験等により求めておき、当該共振領域の上限値を、上記構成における「所定の回転数」に設定することができる。

20

【0011】

また、内燃機関の始動時の振動又は振動に相関する量を測定し、その測定結果に基づいて共振領域を学習し、学習結果に基づいて、当該共振領域ではモータリング始動制御を行うようにしても良い。例えば、本発明において、内燃機関の回転変動及び／又はトルク変動を測定する測定手段を更に備え、測定された内燃機関の回転変動又はトルク変動に基づいて、内燃機関の回転数が共振領域に含まれるか否かを判定するようにしても良い。そして、モータリング始動制御を実行しながら、回転変動又はトルク変動の測定結果に基づいて、回転数が共振領域を超えたと判定された後の任意のタイミングで、燃料噴射始動制御に切り替えるようにしても良い。

30

【0012】

特に、本発明のハイブリッドシステムにおいて、第2の動力源としてモータを備えた場合、該モータによってモータリングされる内燃機関の回転変動やトルク変動を、該モータのモータトルクやモータ回転数の制御に基づいて精度良く測定できるので、上記の構成は特に有効である。

40

【0013】

本発明において、内燃機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁を更に備え、始動制御手段は、モータリング始動制御を行う時に、燃料噴射始動制御を行う場合と比較して、吸気絞り弁の開度を閉じ側の開度に設定するようにしても良い。こうすることで、内燃機関における圧縮仕事が低減されるので、モータリング始動制御実行時の内燃機関の振動をより一層低減することができる。モータリング始動制御を行う場合、燃料を燃焼させる必要はないので、内燃機関に空気を供給する必要はない。従って、吸気絞り弁を全閉又は全閉に近い開度まで閉じ側にすることもできる。

【0014】

本発明において、内燃機関の吸気通路に設けられたコンプレッサ及び排気通路に設けら

50

れたタービンを有するターボチャージャを更に備え、該ターボチャージャが、該タービンに開度可変のノズルベーンを備え、該ノズルベーンの開度を開き側の開度にする事でその過給効率を低くすることが可能な可変容量型のターボチャージャである場合、始動制御手段は、モータリング始動制御を行う時に、燃料噴射始動制御を行う場合と比較して、ノズルベーンの開度を開き側の開度に設定するようにしても良い。こうすることで、内燃機関における圧縮仕事が低減されるので、モータリング始動制御実行時の内燃機関の振動をより一層低減することができる。

【0015】

本発明のハイブリッドシステムにおいて、第2の動力源は、第1の動力源の余剰動力によって構成しても良い。すなわち、本発明のハイブリッドシステムを、動力源として内燃機関及び第1の動力源を備え、少なくとも第1の動力源の駆動力によって駆動系に駆動力を出力するハイブリッドシステムとして構成し、第1の動力源の出力可能な駆動力のうち、駆動系の要求駆動力を出力した残りの余剰動力によって、燃料の燃焼エネルギーによらずに内燃機関を動作させるようにしても良い。例えば、車両停止状態における内燃機関の始動時のように、駆動系の要求駆動力がゼロであるような条件下では、第1の動力源の全動力をモータリング始動制御を行うための動力として利用することもできる。こうすることで、本発明に係るハイブリッドシステムを、内燃機関以外の動力源として第1の動力源のみを備えた簡易な構成とすることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明により、ハイブリッドシステムにおけるエンジン始動時において、振動の増大や回転数のオーバーシュートを抑制し、円滑なエンジン始動が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0018】

図1は、本発明に係るハイブリッドシステムのエンジン始動制御装置が適用されたハイブリッドシステムの概略構成を表すブロック図である。

【0019】

このハイブリッドシステムは、動力源としてエンジン1と、第1モータジェネレータ（以下「MG1」という）と、第2モータジェネレータ（以下「MG2」という）と、を有する。エンジン1の動力は動力分割機構3によってMG1及び出力部4に分配出力される。動力分割機構3は、公知の遊星歯車機構によって構成される。MG2の動力は出力部4に出力される。出力部4に出力されたエンジン1及びMG2の動力は、伝達部8を介して、このハイブリッドシステムが搭載された車両の駆動輪40を駆動する駆動力として、駆動輪40に伝達される。伝達部8はドライブシャフトやディファレンシャルギア等の公知の構成を有する。

【0020】

MG1は、モータ又は発電機として機能する同期電動発電機である。

【0021】

MG1は、バッテリー25から供給される電力及び／又は発電機として動作した場合のMG2によって発電される電力によって、モータとして動作することができる。モータとして動作した場合のMG1の動力は、動力分割機構3を介してエンジン1をモータリングする駆動力としてエンジン1の出力軸（クランクシャフト）に出力される。

【0022】

ここで、エンジン1をモータリングする、とは、エンジン1を、燃料の燃焼による内燃エネルギーによらずに外力によって機械的に回転駆動させることを意味する。本実施例のハイブリッドシステムでは、MG1の動力によってエンジン1モータリングすることができるので、エンジン1において燃料噴射が行われない状態や、エンジン1が自立回転する

10

20

30

40

50

ために必要な噴射量に満たない微量燃料噴射が行われる状態においても、エンジン 1 を動作させることができる。

【0023】

また、エンジン 1 において通常の燃料噴射が行われる状態、すなわちエンジン 1 が負荷運転する状態においても、MG 1 の動力によってエンジン 1 の動作状態を外部から規定することができる。これにより、例えば負荷運転するエンジン 1 を、一定の回転数で安定的に動作する状態に維持すること等が可能である。本実施例では、負荷運転するエンジン 1 の動作状態を、MG 1 の動力によって外部から制御することも、エンジン 1 をモータリングすることに含まれるものとする。

【0024】

MG 1 は、動力分割機構 3 を介して MG 1 に分配されるエンジン 1 の動力によって駆動されて、発電機として動作することができる。発電機として動作した場合の MG 1 によって発電される電力は、バッテリー 25 を充電するための電力及び／又は MG 2 をモータとして動作させるための電力として消費される。

【0025】

MG 2 も、モータ又は発電機として機能する同期電動発電機である。

【0026】

MG 2 は、バッテリー 25 から供給される電力及び／又は発電機として動作した場合の MG 1 によって発電される電力によって、モータとして動作することができる。モータとして動作した場合の MG 2 の動力は、出力部 4 を介して、駆動輪 40 を駆動するための駆動力として駆動輪 40 に伝達される。

【0027】

MG 2 は、伝達部 8 及び出力部 4 を介して伝達される駆動輪 40 の運動エネルギーによって駆動されて、発電機として動作することができる。発電機として動作した場合の MG 2 によって発電される電力は、バッテリー 25 を充電するための電力及び／又は MG 1 をモータとして動作させるための電力として消費される。この場合、駆動輪 40 の運動エネルギーによって回生発電が行われ、駆動輪 40 に対する制動力となる。

【0028】

インバータ 24 は、バッテリー 25 から供給される直流電力を交流電力に変換して MG 1 及び MG 2 に供給するとともに、発電機として動作した場合に MG 1 及び MG 2 から供給される交流電力を直流電力に変換してバッテリー 25 に供給する。

【0029】

エンジン 1 はディーゼルエンジンである。図 2 に、エンジン 1 の吸排気系及び制御系の概略構成を示す。

【0030】

エンジン 1 は 4 気筒エンジンであり、各シリンダ 49 には、エンジン 1 の燃焼室内に燃料を直接噴射供給するインジェクタ 29 が備えられている。エンジン 1 には、燃焼室内に空気を供給する吸気通路 42 と、燃焼室内の既燃ガスを排出するための排気通路 43 と、が接続されている。吸気通路 42 の途中には、吸気通路 42 内の吸気の流量を調節するスロットルバルブ 22 が備えられている。スロットルバルブ 22 より下流側にはターボチャージャ 13 のコンプレッサ 11 が備えられている。排気通路 43 の途中にはターボチャージャ 13 のタービン 12 が備えられている。ターボチャージャ 13 は、開度可変のノズルベーン 5 をタービン 12 に備え、ノズルベーン 5 の開度を変更することによって過給効率を変更可能な可変容量型のターボチャージャである。具体的には、ノズルベーン 5 の開度を開き側にするほど、ターボチャージャ 13 の過給効率は低くなる。

【0031】

図 1、図 2 に基づいて、このハイブリッドシステムの制御系について説明する。

【0032】

このハイブリッドシステムは、ハイブリッドシステム全体の動作を制御するコンピュータユニットである ECU 26 を備える。ECU 26 は、CPU、ROM、RAM 等の公知

10

20

30

40

50

の構成を有する電子制御コンピュータである。

【0033】

ECU 26 には、エンジン 1 の冷却水の温度を測定する水温センサ 48、エンジン 1 の筒内圧を測定する筒内圧センサ 50、エンジン 1 のクランクシャフトの回転角度を測定するクランク角度センサ 30、アクセルペダル 52 の踏み込み量を測定するアクセル開度センサ 27、ハイブリッドシステムが搭載された車両の車速を測定する車速センサ 28、バッテリー 25 の充電状態を取得する SOC センサ 51、MG 1 の回転数を測定する MG 1 回転数センサ 31、MG 2 の回転数を測定する MG 2 回転数センサ 32、その他ハイブリッドシステム及び車両の各種の状態量を測定するセンサ装置が接続されており、各センサによって測定された状態量の情報が ECU 26 に入力される。

10

【0034】

また、ECU 26 には、ノズルベーン 5、スロットルバルブ 22、インジェクタ 29、インバータ 24、その他ハイブリッドシステム及び車両の各種の装置を駆動するアクチュエータ等が接続されており、前記各センサから入力される情報に基づいてこれら各機器の動作を駆動制御する制御信号を出力する。

【0035】

ECU 26 は、車速センサ 28 からの車速情報と、アクセル開度センサ 27 からのアクセル開度情報から演算される要求駆動力と、SOC センサ 51 からのバッテリー充電状態情報と、に基づいて、例えば燃費が最適となる運転モードを選択し、現在選択されている運転モードから当該選択された運転モードへ遷移するよう、エンジン 1、MG 1、MG 2 の制御を行う。選択された運転モードに応じて、エンジン 1 の運転／停止（燃料噴射の実行／停止）や、MG 1／MG 2 の力行／発電の状態が切り替えられる。

20

【0036】

エンジン 1 の始動時には、バッテリー 25 の電力によって MG 1 がモータとして動作し、エンジン 1 をモータリング（クランクング）することによってエンジン 1 の始動が開始される。そしてエンジン 1 の回転数が所定の回転数に達した時点で、インジェクタ 29 により燃料噴射が開始されるとともに MG 1 によるエンジン 1 のモータリングが停止される。このエンジン始動時の制御に本実施例の特徴点がある。エンジン始動制御の詳細については後述する。

【0037】

車両の発進時には、エンジン 1 は暖機のための運転を行い、車両走行のための要求駆動力を MG 2 によって出力する。バッテリー 25 の充電状態が低下している場合には、エンジン 1 は MG 1 を発電機として駆動するための運転を行い、MG 1 の発電する電力によってバッテリー 25 の充電を行う。

30

【0038】

低負荷走行時には、エンジン 1 における燃料噴射が停止され、エンジン 1 は停止する。車両走行のための要求駆動力を MG 2 によって出力する。バッテリー 25 の充電状態が低下している場合には、エンジン 1 は MG 1 を発電機として駆動するための運転を行い、MG 1 の発電する電力によってバッテリー 25 の充電を行う。

【0039】

通常走行時には、車両走行のための要求駆動力は主としてエンジン 1 によって出力する。また、エンジン 1 の動力のうち動力分割機構 3 によって MG 1 を発電機として動作させ、MG 1 で発電した電力により MG 2 をモータとして動作させ、MG 2 の動力によってエンジン 1 をアシストする。MG 1 の発電した電力の一部はバッテリー 25 の充電に当てられる。

40

【0040】

制動要求時には、駆動輪 40 の回転エネルギーを MG 2 に伝達して MG 2 を発電機として動作させて回生発電による制動が行われる。バッテリー 25 の充電状態が高く、回生発電によって発電された電力を消費することができない場合は、駆動輪 40 の回転エネルギーをエンジン 1 に伝達してエンジンブレーキによる制動が行われる。

50

【0041】

ECU26は、アクセル開度センサ27から入力されるアクセル開度情報とクランク角度センサ30から入力されるクランク角度情報とに基づいて、現在のエンジン負荷及びエンジン回転数を把握する。そして、運転状態に応じて求められる車両走行用の要求駆動力や、SOCセンサ51からのバッテリー25の充電状態情報やエアコン等の補機類の要求電力等に応じて求められるMG1の発電用の要求駆動力に基づいて、エンジン1の要求出力を算出する。そして、エンジン1の要求出力に基づいて、スロットルバルブ22やインジェクタ29等の機器に対する制御信号を出力する。

【0042】

ECU26は、運転状態に応じてMG1/MG2の力行/発電の要求動作状態、MG1及びMG2の要求出力回転数及び要求出力トルクを求め、MG1及びMG2をそれぞれ独立に制御する指令をインバータ24に出力する。インバータ24は、ECU26からの指令に従い、バッテリー25から供給される直流電圧からMG1及びMG2へ供給する三相交流電流を生成する。

【0043】

ここで、本実施例のハイブリッドシステムにおけるエンジン1の始動制御について説明する。

【0044】

本実施例では、停止状態のエンジン1を始動させる要求が発生した場合、まず、インジェクタ29による燃料噴射を行わずに、MG1によってエンジン1をモータリングすることによって、エンジン1の回転数を上昇させるモータリング始動制御を行う。そして、エンジン1の回転数が所定の基準回転数NE1に達した時点で、MG1によるエンジンモータリングを停止するとともに、インジェクタ29による燃料噴射を開始し、燃料の燃焼エネルギーによってエンジン1の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御を行う。そして、エンジン1の始動が完了したと判定可能な目標回転数NE2までエンジン1の回転数が上昇した時点で、エンジン1の始動制御を終了し、後続する負荷運転モードに移行する。

【0045】

以上説明した本実施例におけるエンジン1の始動制御の実行手順について、図3のフローチャートに基づいて説明する。このフローチャートによって表されるエンジン始動制御ルーチンは、ハイブリッドシステムの稼働中繰り返し実行される。

【0046】

ステップS101において、ECU26は、停止状態のエンジン1を始動させる要求が発生したか否かを判定する。例えば、ハイブリッドシステムが、MG2のみによって車両走行のための要求駆動力を出力する運転モード（EV走行モード）から、エンジン1を負荷運転させる走行モードに移行する場合に、停止状態のエンジン1を始動させる要求が発生する。ステップS101においてエンジン始動要求が発生したと判定された場合（Yes）、ECU26はステップS102に進む。ステップS101においてエンジン始動要求はないと判定された場合（No）、ECU26は本ルーチンを一旦抜ける。

【0047】

ステップS102において、ECU26は、インジェクタ29による燃料噴射を行わない無噴射状態とするとともに、MG1によってエンジン1をモータリングすることによって、エンジン1の回転数を上昇させるモータリング始動制御を開始する。この時、更に、スロットルバルブ22を閉弁するとともに、ノズルベーン5の開度を、後述する燃料噴射始動制御実行時のノズルベーン5の開度ON2より開き側の開度ON1に設定する。

【0048】

ステップS103において、ECU26は、クランク角度センサ30からのクランク角度情報に基づいて、エンジン1の回転数NEを取得する。

【0049】

ステップS104において、ECU26は、ステップS103で取得したエンジン1の回転数NEが所定の基準回転数NE1以上になったか否かを判定する。ここでは、基準回

10

20

30

40

50

転数NE1は、MG1によって到達可能なエンジン1の回転数の上限値NEsupに定められる。ステップS104においてエンジン回転数NEが基準回転数NE1以上になると判定された場合(Yes)、ECU26はステップS105に進む。ステップS104においてエンジン回転数NEが基準回転数NE1以上になっていないと判定された場合(No)、ECU26はステップS103に戻る。

【0050】

ステップS105において、ECU26は、MG1によるエンジン1のモータリングを停止するとともに、インジェクタ29によりアイドル噴射量の燃料噴射を開始し、燃料の燃焼エネルギーによってエンジン1の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御を開始する。この時、燃料を燃焼させるための空気を供給する必要があるため、スロットルバルブ22を開弁するとともに、ノズルバーン5の開度を、前述のモータリング始動制御実行時のノズルバーン5の開度ON1より閉じ側の開度ON2に設定する。

10

【0051】

ステップS106において、ECU26は、クランク角度センサ30からのクランク角度情報に基づいて、エンジン1の回転数NEを取得する。

【0052】

ステップS107において、ECU26は、ステップS106で取得したエンジン1の回転数NEがエンジン始動時の目標回転数NE2以上になったか否かを判定する。ステップS107においてエンジン回転数NEが目標回転数NE2以上になると判定された場合(Yes)、ECU26はステップS108に進む。ステップS107においてエンジン回転数NEが目標回転数NE2以上になっていないと判定された場合(No)、ECU26はステップS106に戻る。

20

【0053】

ステップS108において、ECU26は、エンジン1の始動が完了したと判断する。

【0054】

以上説明した本実施例のエンジン始動制御を実行した場合の、ハイブリッドシステムの運転モード、インジェクタ29による燃料噴射量、MG1の動作状態、エンジン1の回転数、スロットルバルブ22の開度、ノズルバーン5の開度の時間変化の一例を、図4に示す。

【0055】

図4(A)はハイブリッドシステムの運転モードを表す。ここでは、エンジン1の運転を停止させるとともにMG2のみによって車両走行のための要求駆動力を出力する運転モード(EV走行モード)でハイブリッドシステムが動作している状態から、時刻t1において、エンジン1を始動させる状態にハイブリッドシステムが遷移する場合を例に説明する。

30

【0056】

時刻t1においてエンジン1を始動させる要求がECU26にもたらされると、図4(C)に示すように、MG1がバッテリー25の電力によってモータとして動作してエンジン1をモータリングする状態となる。更に、図4(B)に示すように、インジェクタ29による燃料噴射が行われないフューエルカット状態となる。すなわち、時刻t1において、燃料の燃焼エネルギーによらずに、MG1によるモータリングによってエンジン1の回転数を上昇させるモータリング始動制御が開始される。

40

【0057】

この時、図4(E)に示すように、スロットルバルブ22が閉弁されるとともに、図4(F)に示すように、ノズルバーン5が大開度ON1に設定される。こうすることで、エンジン1に吸入される空気量が減少するので、エンジン1における圧縮仕事を低減させることができる。これにより、モータリング始動制御時のエンジン1の振動を好適に抑制することが可能となる。

【0058】

モータリング始動制御によってエンジン1の回転数が上昇し、基準回転数NE1に達し

50

た時点（時刻 t_1 ）で、図4（C）に示すように、MG1によるエンジン1のモータリングが停止される。更に、図4（B）に示すように、インジェクタ29によりアイドル噴射量の燃料噴射が行われ、燃料の燃焼エネルギーによってエンジン1の回転数を上昇させる燃料噴射始動制御が開始される。

【0059】

この時、図4（E）に示すように、スロットルバルブ22が開弁されるとともに、図4（F）に示すように、ノズルベーン5が小開度ON2に設定される。こうすることにより、エンジン1に噴射供給される燃料が燃焼するために十分な空気が供給されるようになる。

【0060】

燃料噴射始動制御によりエンジン1の回転数がさらに上昇してエンジン始動時の目標回転数NE2に達した時点（時刻 t_2 ）で、エンジン1の始動が完了したと判断されて、エンジン1の制御モードは通常の負荷運転モードに遷移する。

【0061】

以上説明したように、本実施例におけるエンジン1の始動制御では、エンジン1の回転数を上昇させるエネルギー源として、MG1の駆動力及びインジェクタ29により噴射供給される燃料の燃焼エネルギーが用いられるが、これらが両方同時に用いられることはない。すなわち、エンジン1の始動開始から基準回転数NE1までの低回転領域では、MG1によるモータリングのみによってエンジン1の回転数を上昇させ、この時燃料噴射は行われない。一方、エンジン1の回転数が基準回転数NE1以上の、それ以上MG1のモータリング駆動力によっては到達できない高回転領域では、アイドル噴射量の燃料噴射が行われて燃料の燃焼エネルギーによってエンジン1の回転数を上昇させ、この時MG1によるモータリングは行われない。

【0062】

これにより、MG1の駆動力と燃料の燃焼エネルギーとが相乗的に作用してエンジン1の振動が増大したり回転数が目標回転数を超えてオーバーシュートしたりすることを抑制できる。

【0063】

また、本実施例では、モータリング始動制御時にはスロットルバルブ22の閉弁及びノズルベーン5の大開度設定により、エンジン1に吸入される吸気量が低減されるので、圧縮仕事による振動の発生をも好適に抑制することが可能である。

【0064】

また、一般に、停止状態や低回転状態のエンジンの回転数を燃料の燃焼エネルギーによって上昇させる場合の燃料消費量は多い。従って、エンジン始動開始直後は、なるべく燃料の燃焼エネルギーではなくMG1によるモータリングによってエンジン1の回転数を上昇させるようにすれば、エンジン始動時の燃料消費量を低減することができる。

【0065】

この点、本実施例では、モータリング始動制御から燃料噴射始動制御へ切り替える基準回転数NE1が、MG1のみによって到達可能なエンジン回転数の上限値NEsupに定められるので、エンジン始動時の燃料消費量を好適に低減することができる。

【0066】

なお、基準回転数NE1は、MG1のみによって到達可能なエンジン回転数の上限値NEsupより低回転側の回転数であれば、目的に応じて任意に設定することができる。例えば、エンジン1の低回転領域には、エンジン1と伝達部8、駆動輪40等の駆動系との共振の大きさが大きくなる回転数領域が存在する。共振が大きくなる回転数領域は、エンジン1や駆動系の構造や重量等の諸元によって決まる固有の回転数の範囲である。このような共振が大きい回転数領域（以下、「共振領域」という）において燃料噴射が行われると、共振に起因して発生する振動が大きくなり易い。従って、エンジン1の回転数が共振領域に含まれる時は、なるべく燃料の燃焼エネルギーではなくMG1によるモータリングによってエンジン1の回転数を上昇させるようにすれば、エンジン始動時の振動を低減す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0067】

このような目的で基準回転数 $NE1$ を決定する場合は、共振領域の上限値より高回転側の回転数であって $MG1$ により到達可能な上限回転数 $NEsup$ より低回転側の回転数を基準回転数 $NE1$ に設定することもできる。こうすることで、エンジン1の回転数が共振領域内に含まれる状況ではモータリング始動制御によって回転数の上昇が行われ、エンジン回転数が共振領域を超えた状態で燃料噴射始動制御へ切り替えられることになる。よって、エンジン回転数が共振領域内に含まれる時に燃料噴射が行われて大きな振動が生じることを好適に抑制することができる。

【0068】

10

図4(D)にこの共振領域の例を示す。図4(D)において、 $NEk1 \leq NE \leq NEk2$ を満たす回転数領域が共振領域である。共振領域は、エンジン1の振動が所定の許容レベルを超える回転数範囲として、実験等により求められる。上記実施例1の場合、エンジン回転数 NE が基準回転数 $NE1$ (実施例1の場合、 $NEsup$)に達した時点 $t2$ でモータリング始動制御から燃料噴射始動制御への切り替えが行われているが、基準回転数 $NE1$ を共振領域の上限値 $NEk2$ に設定した場合、エンジン回転数 NE が共振領域の上限値 $NEk2$ に達する時点 $t2'$ においてモータリング始動制御から燃料噴射始動制御への切り替えが行われることになる。

【0069】

20

上記実施例で説明したように、エンジン始動時の振動を低減するために、車両やエンジンの構造等に基づいて予め共振領域を求め、求められた共振領域において燃料噴射始動制御が実行されないように基準回転数 $NE1$ を設定することもできる。一方、予め共振領域を求めなくても、エンジン始動時における振動や振動に相関する状態量をモニタし、共振が大きくなる回転数領域や運転条件を学習し、その学習結果に基づいてエンジン始動時のモータリング始動制御と燃料噴射始動制御の切り替えを行うこともできる。

【0070】

30

例えば、上記実施例のように、エンジン1を燃料の燃焼エネルギーによらずに動作させる動力源としてモータ($MG1$)を用いる場合、 $MG1$ のモータトルクやモータ回転数制御に基づいて、 $MG1$ がモータリングするエンジン1のエンジントルクやエンジン回転数の変動を正確にモニタすることができる。エンジントルクやエンジン回転数の変動は、エンジン1の振動に相関すると考えられるので、エンジントルクやエンジン回転数の変動に基づいて、エンジン回転数が共振領域に入っているか否か推定することができる。

【0071】

そこで、エンジン始動時のモータリング始動制御実行時に、 $MG1$ によってエンジン1のエンジントルクやエンジン回転数の変動を測定し、測定結果に基づいて、エンジン1の回転数が共振領域を超えたと判断された時点又はそれ以降のタイミングで、モータリング始動制御から燃料噴射始動制御に切り替えるようにしても良い。

【0072】

40

図5は、このようなエンジン始動制御を行う場合のエンジン始動制御ルーチンを表すフローチャートである。ハイブリッドシステムの稼働中、上記実施例で説明した図3のルーチンの代わりに、このエンジン始動制御ルーチンを実行するようにしても良い。

【0073】

ステップ $S201$ において、 $ECU26$ は、停止状態のエンジン1を始動させる要求が発生したか否かを判定する。ステップ $S201$ においてエンジン始動要求が発生したと判定された場合(Yes)、 $ECU26$ はステップ $S202$ に進む。ステップ $S201$ においてエンジン始動要求はないと判定された場合(No)、 $ECU26$ は本ルーチンを一旦抜ける。

【0074】

50

ステップ $S202$ において、 $ECU26$ は、モータリング始動制御を行う。すなわち、インジェクタ29による燃料噴射を行わない無噴射状態とするとともに、 $MG1$ によって

エンジン 1 をモータリングすることによって、エンジン 1 の回転数を上昇させる。更に、スロットルバルブ 22 を開弁するとともに、ノズルバーン 5 の開度を ON 1 に設定する。

【0075】

ステップ S 203 において、ECU 26 は、MG 1 のモータトルク制御又はモータ回転数制御に基づいて、MG 1 がモータリングするエンジン 1 のエンジントルク又はエンジン回転数の変動を測定する。

【0076】

ステップ S 204 において、ECU 26 は、ステップ S 203 で測定したエンジン 1 のエンジントルク又は回転数の変動に基づいて、エンジン 1 の回転数が共振領域を超えたか否かを判定する。エンジン回転数が共振領域内にある場合、エンジントルクやエンジン回転数の変動が大きくなるが、エンジン回転数が共振領域を超えると、エンジントルクやエンジン回転数の変動は小さくなる。従って、このようなエンジン回転数やエンジントルクの動きをモニタして、エンジン回転数が共振領域を超えたと推定される場合（Yes）、ECU 26 はステップ S 205 に進む。一方、エンジントルクやエンジン回転数の変動が徐々に大きくなっている状況等、未だエンジン回転数が共振領域内にある、又は共振領域を超えていない、と推定される場合（No）、ECU 26 はステップ S 203 に戻る。

【0077】

ステップ S 205 において、ECU 26 は、MG 1 によるエンジン 1 のモータリングを停止してモータリング始動制御を終了するとともに、インジェクタ 29 によりアイドル噴射量の燃料噴射を開始して燃料噴射始動制御を開始する。この時、スロットルバルブ 22 を開弁するとともに、ノズルバーン 5 の開度を ON 2 に設定する。

【0078】

ステップ S 206 において、ECU 26 は、クランク角度センサ 30 からのクランク角度情報に基づいて、エンジン 1 の回転数 NE を取得する。

【0079】

ステップ S 207 において、ECU 26 は、ステップ S 206 で取得したエンジン 1 の回転数 NE がエンジン始動時の目標回転数 NE 2 以上になったか否かを判定する。ステップ S 207 においてエンジン回転数 NE が目標回転数 NE 2 以上になったと判定された場合（Yes）、ECU 26 はステップ S 208 に進む。ステップ S 207 においてエンジン回転数 NE が目標回転数 NE 2 以上になっていないと判定された場合（No）、ECU 26 はステップ S 206 に戻る。

【0080】

ステップ S 208 において、ECU 26 は、エンジン 1 の始動が完了したと判断する。

【0081】

なお、上記図 5 のルーチンでは、MG 1 の制御に基づいてエンジン 1 のトルク又は回転数を測定する例について説明したが、エンジン 1 のトルクや回転数を測定する方法はこれに限られない。例えば、筒内圧センサ 50 によって測定されるエンジン 1 の筒内圧の変化に基づいてエンジントルクを算出することもできる。

【0082】

なお、以上述べた実施例は本発明を説明するための一例であって、本発明の本旨を逸脱しない範囲内において上記の実施例には種々の変更を加え得る。例えば、上記実施例では、車両走行用の駆動力を出力する MG 2 と、エンジン 1 をモータリングする駆動力を出力する MG 1 と、を別個の装置として備えたハイブリッドシステムに本発明を適用した例を説明したが、車両走行用の駆動力を出力する MG 2 が車両走行用の駆動力を出力した残りの余剰動力によってエンジン 1 のモータリングするように構成し、エンジン 1 以外の動力源として MG 2 のみを備えたハイブリッドシステムに本発明を適用することもできる。

【0083】

その場合、例えば EV 走行状態からのエンジン始動時には、MG 2 に供給する電力を増加させて、車両を EV 走行させるための駆動力に加えて更にエンジン 1 をモータリングするための駆動力を MG 2 に出力させることにより、モータリング始動制御を開始する。そ

10

20

30

40

50

して、エンジン回転数が基準回転数 $N E 1$ を超えた時点や、エンジントルクやエンジン回転数の測定からエンジン回転数が共振領域を超えたと判定された時に、 $M G 2$ に供給する電力を元に戻して、 $M G 2$ に車両を $E V$ 走行させるための駆動力を出力させる状態とするとともに、インジェクタ $2 9$ による燃料噴射を開始して燃料噴射始動制御を開始する。

【0084】

上記実施例におけるエンジン 1 が、本発明の内燃機関に相当する。 $M G 1$ が第 2 の動力源に相当する。 $M G 2$ が第 1 の動力源に相当する。インジェクタ $2 9$ が燃料噴射装置に相当する。図 3 又は図 5 に示したエンジン始動制御を実行する $E C U 2 6$ が、始動制御手段に相当する。 $M G 1$ のモータトルク又はモータ回転数の制御に基づいて $M G 1$ がモータリングするエンジン 1 のエンジントルク又はエンジン回転数を推定する場合の $M G 1$ が、測定手段に相当する。スロットルバルブ $2 2$ が吸気絞り弁に相当する。

10

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図 1 】実施例におけるハイブリッドシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図 2 】実施例におけるエンジンの吸排気系及び制御系の概略構成を示す図である。

【図 3 】実施例におけるエンジン始動制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図 4 】実施例におけるエンジン始動制御を実行した場合のハイブリッドシステムの運転モード、インジェクタによる燃料噴射量、 $M G 1$ の動作状態、エンジン回転数、スロットルバルブの開度、ノズルベーンの開度の時間変化の一例を示す図である。

【図 5 】実施例におけるエンジン始動制御ルーチンを表すフローチャートである。

20

【符号の説明】

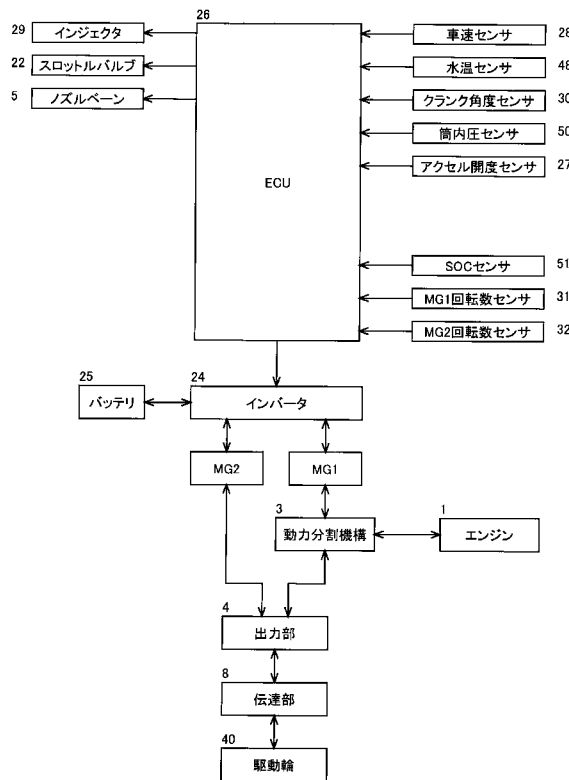
【0086】

- 1 エンジン
- 3 動力分割機構
- 4 出力部
- 5 ノズルベーン
- 8 伝達部
- 1 1 コンプレッサ
- 1 2 タービン
- 1 3 ターボチャージャ
- 2 2 スロットルバルブ
- 2 4 インバータ
- 2 5 バッテリ
- 2 6 $E C U$
- 2 7 アクセル開度センサ
- 2 8 車速センサ
- 2 9 インジェクタ
- 3 0 クランク角度センサ
- 3 1 $M G 1$ 回転数センサ
- 3 2 $M G 2$ 回転数センサ
- 4 0 駆動輪
- 4 2 吸気通路
- 4 3 排気通路
- 4 8 水温センサ
- 4 9 シリンダ
- 5 0 筒内圧センサ
- 5 1 $S O C$ センサ
- 5 2 アクセルペダル

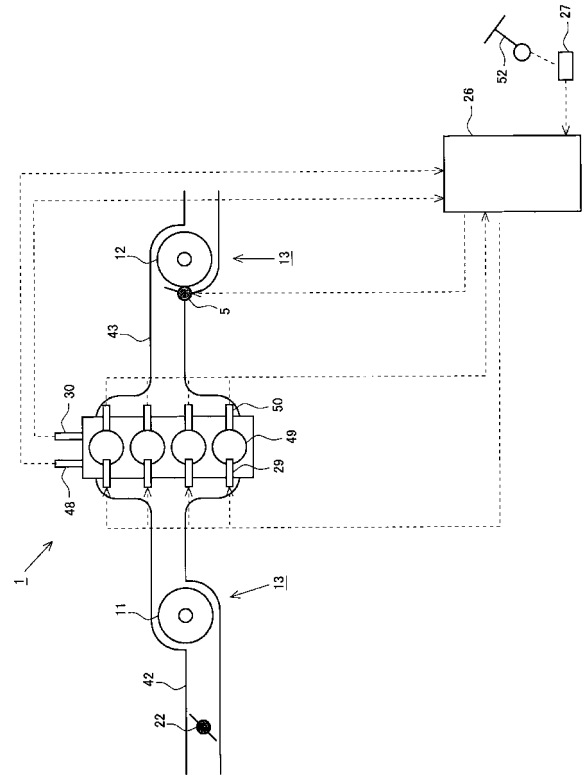
30

40

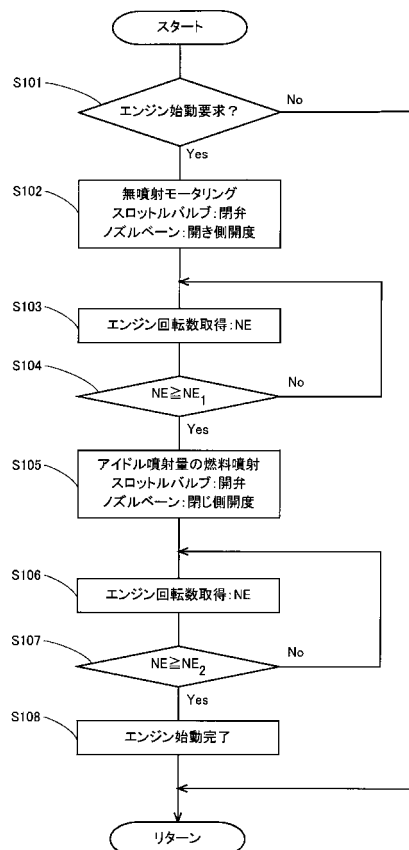
【図 1】



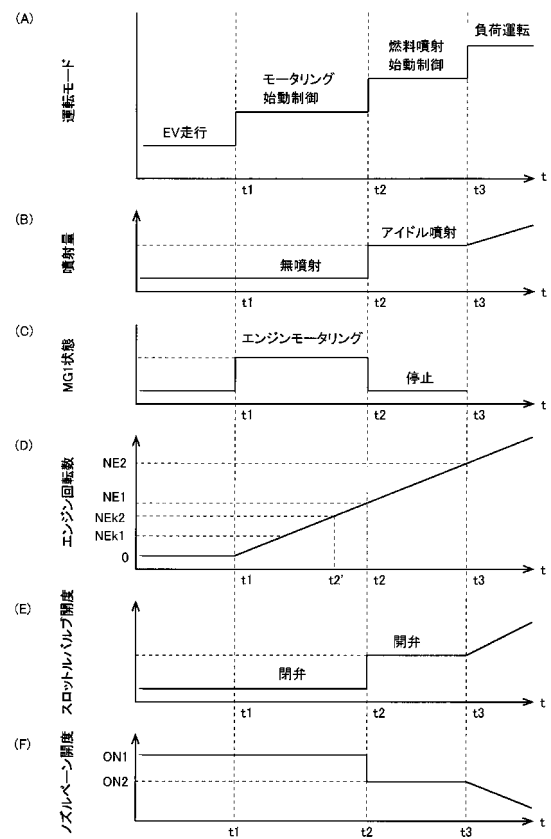
【図 2】



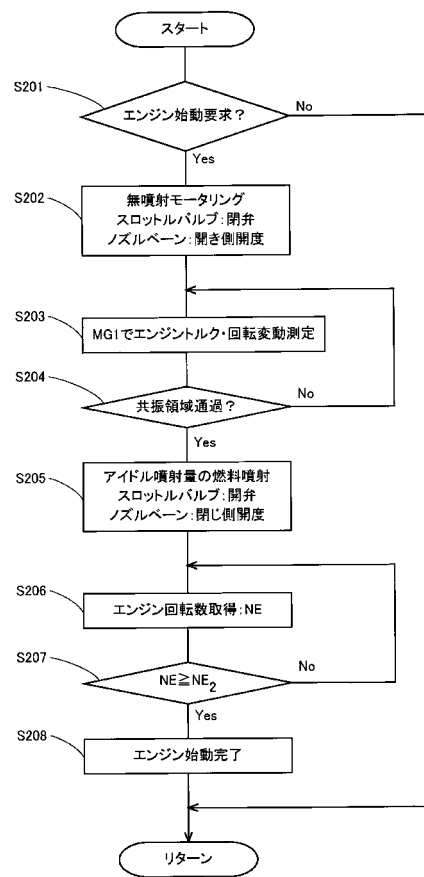
【図 3】



【図 4】



【図 5】



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 (2006.01)		F 0 2 D 43/00 3 0 1 R	3 G 3 8 4
F 0 2 D 45/00 (2006.01)		F 0 2 D 43/00 3 0 1 V	
F 0 2 D 9/02 (2006.01)		F 0 2 D 45/00 3 1 2 B	
F 0 2 D 11/10 (2006.01)		F 0 2 D 45/00 3 1 2 N	
F 0 2 B 37/24 (2006.01)		F 0 2 D 45/00 3 6 4 B	
F 0 2 B 37/12 (2006.01)		F 0 2 D 9/02 Q	
B 6 0 W 10/06 (2006.01)		F 0 2 D 9/02 3 0 5 B	
B 6 0 W 20/00 (2006.01)		F 0 2 D 41/06 3 2 0	
B 6 0 K 6/445 (2007.10)		F 0 2 D 11/10 G	
B 6 0 W 10/08 (2006.01)		F 0 2 B 37/12 3 0 1 Q	
		F 0 2 B 37/12 3 0 2 Z	
		B 6 0 K 6/20 3 1 0	
		B 6 0 K 6/445	
		F 0 2 D 29/02 3 2 1 B	
		B 6 0 K 6/20 3 2 0	

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 芳賀 宏行

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム (参考) 3G005 EA15 EA16 GA04 GB25 GD07 HA05 JA02 JA12 JA22 JA39
 JA42 JB02 JB17
 3G065 BA06 DA04 EA01 EA10 GA07 GA10 GA11 GA16 GA17 GA46
 KA36
 3G092 AA18 AC02 BB01 DB03 DC03 DG08 EA08 EA11 EA14 FA06
 GA01 GA04 GA16 HC01Z HE01Z HE02Z HE03Z HE07Z HE08Z HF02Z
 HF08Z HF19Z HF21Z
 3G093 AA07 AB02 CA01 CA04 CA09 DA01 DA02 DA05 DA06 DA07
 DA12 DB05 DB19 DB21 EA05 EA09 EA14 EC02 FA11
 3G301 HA11 JA07 KA01 KA07 KA23 LA03 LC03 MA11 NA08 PC01Z
 PE01Z PE02Z PE03Z PE07Z PE08Z PF01Z PF03Z PF16Z PG01Z
 3G384 AA28 BA05 BA07 BA13 BA39 CA01 CA05 CA16 DA08 EB08
 EB10 ED07 EG03 FA06Z FA28Z FA29Z FA55Z FA56Z FA57Z FA58Z
 FA64Z FA66Z FA79Z