

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6477600号
(P6477600)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl.	F 1				
FO2N 15/00	(2006.01)	FO2N 15/00		E	
FO2N 11/08	(2006.01)	FO2N 11/08		K	
FO2N 11/04	(2006.01)	FO2N 11/04		A	
FO2N 11/00	(2006.01)	FO2N 11/00		K	
FO2D 29/02	(2006.01)	FO2D 29/02		321A	
請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2016-107762 (P2016-107762)
 (22) 出願日 平成28年5月30日(2016.5.30)
 (65) 公開番号 特開2017-214846 (P2017-214846A)
 (43) 公開日 平成29年12月7日(2017.12.7)
 審査請求日 平成30年4月23日(2018.4.23)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (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 梶原 康宏
 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】 再始動制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関(10)と、前記内燃機関の出力軸(13)から伝達されるトルクにより発電を実施可能とする一方で、前記出力軸に対して回転トルクを付与可能とする回転電機(20)と、前記内燃機関を始動させるスタータモータ(11)と、前記内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出部(45)と、前記内燃機関の自動停止及び自動再始動を実施する自動停止再始動制御機能と、を備える車両に適用され、

前記回転速度検出部により検出された前記内燃機関の前記回転速度が、推定閾値よりも高い状態において、前記回転電機の回転角度を推定し、前記推定閾値よりも低い状態において、前記回転電機の回転角度を推定しない回転角度推定部(23, 22, 30)と、

所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転角度推定部により前記回転電機の前記回転角度が推定されたことを条件として、前記回転電機により前記内燃機関の前記回転速度を上昇させることで、前記内燃機関を再始動させる回転電機制御部(22, 30)と、

前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値よりも低く設定される所定回転速度を下回っていることを条件として、前記スタータモータの駆動を開始して前記内燃機関の前記回転速度を前記推定閾値まで上昇させるスタータモータ制御部(30)と、

を備えることを特徴とする再始動制御システム。

【請求項2】

内燃機関(10)と、前記内燃機関の出力軸(13)から伝達されるトルクにより発電

を実施可能とする一方で、前記出力軸に対して回転トルクを付与可能とする回転電機（20）と、前記内燃機関を始動させるスタータモータ（11）と、前記内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出部（45）と、前記内燃機関の自動停止及び自動再始動を実施する自動停止再始動制御機能と、を備える車両に適用され、

前記回転電機の回転角度を推定し、前記内燃機関の前記回転速度が推定閾値よりも低い状態において、前記回転電機の回転角度を推定不能である回転角度推定部（23, 22, 30）と、

所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転角度推定部により前記回転電機の前記回転角度が推定されたことを条件として、前記回転電機により前記内燃機関の前記回転速度を上昇させることで、前記内燃機関を再始動させる回転電機制御部（22, 30）と、

前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値よりも低く設定される所定回転速度を下回っていることを条件として、前記スタータモータの駆動を開始して前記内燃機関の前記回転速度を前記推定閾値まで上昇させるスタータモータ制御部（30）と、

を備えることを特徴とする再始動制御システム。

【請求項3】

前記回転電機制御部は、前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転速度検出部により検出された前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値から前記所定回転速度までの範囲内に収まる場合には、前記回転電機に前記発電を実施させることを特徴とする請求項1又は2に記載の再始動制御システム。

【請求項4】

前記回転電機制御部は、所定の自動停止条件が成立した場合に、前記回転電機に前記発電を実施させることを特徴とする請求項1又は2に記載の再始動制御システム。

【請求項5】

前記回転電機制御部は、所定の再始動条件が成立した場合において実施されている前記回転電機による前記発電を、前記内燃機関の前記回転速度が前記所定回転速度よりも低くなった場合に終了することを特徴とする請求項3又は4に記載の再始動制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの再始動制御システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年においては、例えば、燃費改善等を目的としてアイドリングストップ機能を具備した車両（以降、アイドリングストップ車両と呼称）が実用化されており、アイドリングストップ後の再始動時には、エンジンのいち早い始動が求められる。このため、アイドリングストップ車両に適用されるエンジン始動装置として、スタータモータと回転電機とを備え、スタータモータと回転電機とを協調させることでエンジンを始動させる制御システムが提案されている。

【0003】

例えば特許文献1には、アイドリングストップ機能によるエンジンの自動停止期間中に所定の再始動条件が成立することでエンジンを再始動させる場合、エンジン回転速度がどの回転速度域に存在するかで再始動方法を変更する技術が開示されている。具体的には、燃料噴射の再開のみでエンジン再始動が可能な第1回転速度域と、回転電機（モータジェネレータ）のみでエンジン再始動可能な第2回転速度域と、スタータモータによる再始動制御初期のクランキングが必要な第3回転速度域とに分ける。そして、所定の再始動条件が成立したときに、エンジン回転速度が第1～3回転速度域のどの回転速度域にいるかで、適した再始動方法を選択する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 5 8 7 5 6 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

回転電機を用いてエンジンの再始動を行うなど、回転電機によってクランク軸にトルクが付与される場合には、回転電機を構成するロータの回転角が認識できなければ、回転電機を適切に駆動することができない。このため、回転電機にはロータの回転角を検出するための回転角センサが設けられることが多い。回転角センサを設けていない回転電機では、例えば回転電機を構成する固定子巻線のいずれかの相電圧に基づいて回転電機の回転角を推定するなど、何らかの方法を用いて回転電機の回転角を推定する必要がある。しかし、回転電機の回転角の推定はエンジン回転速度が低回転速度域にある場合において困難となることが多い。特許文献 1 に記載の技術にはこの点が記載も示唆もなされていないため、回転角センサが設けられた回転電機を前提とした技術であると考えられる。ここで、回転角センサが設けられていない回転電機を備え、回転角を推定することが可能な下限回転速度として設定される推定下限回転速度が第 2 回転速度域の下限値よりも高く設定される車両に、特許文献 1 に記載の技術を実施させた場合を想定する。この場合、所定の再始動条件が成立したときのエンジン回転速度が回転角の推定下限回転速度から第 2 回転速度域の下限値の範囲内に収まると、回転電機の回転角を推定できないために回転電機を正常に駆動させることができず、エンジン再始動に失敗するおそれがある。

10

20

【 0 0 0 6 】

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、その主たる目的は、回転角センサを備えない回転電機において、回転電機とスタータモータとを併用した適切なエンジン再始動制御を実施することが可能な再始動制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

第 1 の発明は、再始動制御システムであって、内燃機関と、前記内燃機関の出力軸から伝達されるトルクにより発電を実施可能とする一方で、前記出力軸に対して回転トルクを付与可能とする回転電機と、前記内燃機関を始動させるスタータモータと、前記内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出部と、前記内燃機関の自動停止及び自動再始動を実施する自動停止再始動制御機能と、を備える車両に適用され、前記回転速度検出部により検出された前記内燃機関の前記回転速度が、推定閾値よりも高い状態において、前記回転電機の回転角度を推定し、前記推定閾値よりも低い状態において、前記回転電機の回転角度を推定しない回転角度推定部と、所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転角度推定部により前記回転電機の前記回転角度が推定されたことを条件として、前記回転電機により前記内燃機関の前記回転速度を上昇させることで、前記内燃機関を再始動させる回転電機制御部と、前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値よりも低く設定される所定回転速度を下回っていることを条件として、前記スタータモータの駆動を開始して前記内燃機関の前記回転速度を前記推定閾値まで上昇させるスタータモータ制御部と、を備えることを特徴とする。

30

40

【 0 0 0 8 】

第 2 の発明は、再始動制御システムであって、内燃機関と、前記内燃機関の出力軸から伝達されるトルクにより発電を実施可能とする一方で、前記出力軸に対して回転トルクを付与可能とする回転電機と、前記内燃機関を始動させるスタータモータと、前記内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出部と、前記内燃機関の自動停止及び自動再始動を実施する自動停止再始動制御機能と、を備える車両に適用され、前記回転電機の回転角度を推定し、前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値よりも低い状態において、前記回転電機の回転角度を推定不能である回転角度推定部と、所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転角度推定部により前記回転電機の前記回転角度が推定されたことを条件として、前記回転電機により前記内燃機関の前記回転速度を上昇させることで、前記内燃機関を再始

50

動させる回転電機制御部と、前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値よりも低く設定される所定回転速度を下回っていることを条件として、前記スタータモータの駆動を開始して前記内燃機関の前記回転速度を前記推定閾値まで上昇させるスタータモータ制御部と、を備えることを特徴とする。

【0009】

所定回転速度よりも内燃機関の回転速度が高い状態でスタータモータによるクランキングを開始すると、スタータモータを構成するピニオンなどが摩耗するなどしてスタータモータの耐久性を損なうおそれがある。したがって、スタータモータによるクランキングは内燃機関の回転速度が所定回転速度よりも下回っている状態で開始される。一方で、回転角センサを有さない回転電機において、内燃機関の回転速度が推定閾値よりも低い状態であると、回転電機の回転角度の推定精度が低下する、あるいは、回転電機の回転角度の推定ができなくなることが想定される。回転電機の回転角度が正しく認識できなければ、回転電機を適切に駆動することができないため、内燃機関の回転速度が推定閾値よりも低い状態では、回転電機により出力軸へ回転トルクを付与することができないおそれがある。

【0010】

以上を踏まえた上で、推定閾値が所定回転速度よりも高く設定される場合を想定する。このとき、所定の再始動条件が成立し、且つ、内燃機関の回転速度が推定閾値から所定回転速度までの範囲内に収まる場合には、回転電機の回転角度を精度高く推定することが困難である為に回転電機による内燃機関の出力軸へのトルク付与は行われない。また、スタータモータの耐久性を損なう問題が生じうるため、スタータモータによるクランキングも行われない。つまり、このような状況では、内燃機関の回転速度が所定回転速度を下回るまで、回転電機やスタータモータを用いての内燃機関の回転速度を上昇させる制御は試みない。これにより、内燃機関の回転速度が所定回転速度を下回ることとなり、内燃機関の回転速度が所定回転速度を下回ったことを条件として、スタータモータの駆動を開始させて、内燃機関の回転速度を推定閾値まで上昇させる。そして、スタータモータによるクランキングで上昇させた内燃機関の回転速度を、回転電動機による内燃機関の出力軸へのトルク付与で更に上昇させ、内燃機関の再始動を実施させる。これにより、回転角センサを備えない回転電機において、回転電機とスタータモータとを併用した適切なエンジン再始動制御を実施することが可能となる。

【0011】

第3の発明は、第1又は2の発明において、前記回転電機制御部は、前記所定の再始動条件が成立し、且つ、前記回転速度検出部により検出された前記内燃機関の前記回転速度が前記推定閾値から前記所定回転速度までの範囲内に収まる場合には、前記回転電機に前記発電を実施させることを特徴とする。

【0012】

回転速度検出部により検出された内燃機関の回転速度が推定閾値から所定回転速度までの範囲内に収まる場合には、回転電機による内燃機関の出力軸へのトルク付与も、スタータモータによるクランキングも行うことができない。したがって、このような状況で所定の再始動条件が成立した場合には、回転電機に発電を実施させることで内燃機関の出力軸に負荷を付与させ、内燃機関の回転速度を所定回転速度にまで早急に低下させる。これにより、所定の再始動条件が成立してから実際に内燃機関が再始動されるまでの期間を短縮することが出来、再始動性を改善することが可能となる。

【0013】

第4の発明は、第1又は2の発明において、前記回転電機制御部は、所定の自動停止条件が成立した場合に、前記回転電機に前記発電を実施させることを特徴とする。

【0014】

所定の自動停止条件が成立した場合に、回転電機に発電を実施させること内燃機関の出力軸に負荷を付与してもよい。この場合、内燃機関の回転速度の低下速度を早い段階から大きくさせることができる。したがって、再始動条件が成立し、且つ、内燃機関の回転速度が推定閾値から所定回転速度までの範囲内に収まる場合における内燃機関の再始動性を

10

20

30

40

50

改善することができるほか、内燃機関が共振することで振動を生じるおそれのある共振回転速度域を迅速に通過することができる。このため、内燃機関の振動を抑制することができる。

【0015】

第5の発明は、第3又は4の発明において、前記回転電機制御部は、所定の再始動条件が成立した場合において実施されている前記回転電機による前記発電を、前記内燃機関の前記回転速度が前記所定回転速度よりも低くなった場合に終了することを特徴とする。

【0016】

内燃機関の前記回転速度が前記所定回転速度よりも低くなった場合に、所定の再始動条件が成立した場合において実施されている回転電機による発電が終了される。これにより、スタータモータによるクランキングが開始される際には回転電機による発電が終了されている為、内燃機関の回転速度をスムーズに上昇させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本実施形態に係る制御システムの概略構成図である。

【図2】本実施形態に係るECUが実施する制御フローチャートである。

【図3】本実施形態に係る再始動制御の動作を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明を具体化した本実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態に係る制御システムは、走行駆動源としてのエンジン10を備える車両に搭載されるものである。図1において、エンジン10は、ガソリンや軽油等の燃料の燃焼により駆動される多気筒内燃機関であり、周知のとおり燃料噴射弁や点火装置等を備えている。

【0019】

エンジン10には、スタータモータ11が設けられている。スタータモータ11の回転軸にはピニオン12が設けられており、そのピニオン12はエンジン10の回転軸13に設けられたリングギア14に対して結合可能に設けられている。スタータモータ11には、ピニオン12をリングギア14と結合させるべく押し出すソレノイド15が設けられている。このソレノイド15はピニオン12の駆動部として駆動し、エンジン10の始動時には、ソレノイド15の駆動によりピニオン12が軸方向へと移動してリングギア14とが噛み合わされ、スタータモータ11の動力をエンジン10の回転軸13へと伝達可能とされる。

【0020】

エンジン10の回転軸13には、プーリ及びベルトを含んで構成される動力伝達部16を介して、回転電機20が動力を伝達可能に接続されている。回転電機20は、エンジン10の回転軸13へ駆動力を供給する際には電動機として駆動し、エンジン10の駆動力を電力に変換する際には発電機として駆動する。本実施形態において、回転電機20は、ISG(Integrated Starter Generator)を想定している。ただし、回転電機20は、ISGに限らず、エンジン10の回転軸13と変速機(図示略)との間に挟み込まれ、回転軸13によって直接駆動され又回転軸13を直接駆動するものであってもよい。

【0021】

回転電機20は、モータ21と、制御IC22と、回転検出部23と、回転駆動部24と、を備えている。モータ21は、三相交流モータであり、3相の固定子巻線を含んで構成される固定子と、界磁巻線を含んで構成される回転子と、を備える公知の構成を有している。回転駆動部24は、スイッチング素子であるMOSFETを複数備える周知のインバータ回路であり、バッテリー31から供給される直流電力を交流電力へ変換してモータ21へ供給する機能と、モータ21から供給される交流電力を直流電力へと変換してバッテリー31へと供給する機能とを有する。

【0022】

10

20

30

40

50

制御IC22は、回転電機20を制御する制御部であり、回転電機20を電動機として駆動させる場合には、回転駆動部24を駆動してバッテリー31から供給される直流電力を三相の電力へと変換し、三相の電力を固定子へと供給する。

【0023】

この際、回転検出部23は、固定子巻線のいずれかの相電圧（例えばV相電圧）を検出する。そして、検出されるV相電圧を所定の基準電圧と比較して二値化することにより、パルス信号を生成し、制御IC22に出力する。制御IC22は、回転検出部23により出力されたパルス信号のパルス数を所定期間カウントしている。パルス信号のパルス数は、モータ21の回転速度に依存しているため、所定期間内におけるパルス信号のパルス数からモータ21の回転速度を求めることができる。制御IC22は、このようにして求めたモータ21の回転速度が目標回転速度となるように、回転駆動部24を制御する。

10

【0024】

また、回転電機20を発電機として駆動させる場合には、固定子に交流の誘導起電力が生ずる。この交流の誘導起電力の周波数は、モータ21の回転速度に依存している。したがって、回転検出部23により誘導起電力を検出することにより、モータ21の回転速度を求めることができる。

【0025】

さらに、回転検出部23は、回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力から回転角度を推定することができる。よって、回転検出部23は回転角度推定部に該当する。本実施形態に係る回転検出部23は、エンジン回転速度が推定閾値よりも高い状態において、回転子の回転角度をするが、エンジン回転速度が推定閾値よりも低い状態においては、回転子の回転角度を推定しない。この理由は、後述する。

20

【0026】

なお、エンジン10の回転軸13には、図示しないクラッチや変速機等を介して駆動輪が接続されている。この構成については、公知のものであるため、具体的な説明を省略する。

【0027】

本システムでは、システム全体を統括する主制御装置としてECU30を備えている。ECU30は、マイクロコンピュータ等を備えてなる周知の電子制御装置である。

【0028】

ECU30は、バッテリー31と電氣的に接続され、バッテリー31から供給される電力により動作する。このバッテリー31は、スタータモータ11と接続され、リレー33を介してソレノイド15と接続されている。リレー33はECU30からの駆動信号により接続状態となる。スイッチ32が接続状態となることで、バッテリー31から供給される電力によりスタータモータ11が回転状態となり、スイッチ32が遮断状態となることで、バッテリー31からの電力の供給が停止し、スタータモータ11は非駆動状態となる。リレー33が接続状態となることで、バッテリー31から供給される電力によりソレノイド15が駆動し、ピニオン12が押し出されてリングギア14と噛み合わされる。ピニオン12が押し出された後にスイッチ32がONし、スタータモータ11はクランキングを開始する。リレー33が遮断されることでバッテリー31からの電力供給が停止し、ソレノイド15が作動前の元の位置に戻る途中でスイッチ32がOFFとなり、非駆動状態になったあとでピニオン12とリングギア14の噛合いが解除される。

30

40

【0029】

したがって、ECU30は、スタータモータ制御部に該当する。また、制御IC22及びECU30は、回転電機制御部に該当する。

【0030】

センサ類としては、アクセル操作部材としてのアクセルペダル41の踏み込み操作量（以降、アクセル操作量と呼称）を検出するアクセルセンサ42、ブレーキペダル43の踏み込み操作量（以降、ブレーキ操作量と呼称）を検出するブレーキセンサ44、エンジン10の回転軸13の回転速度を検出する回転速度センサ（回転速度検出部に該当）45等

50

が設けられている。これらのセンサからの検出信号は E C U 3 0 に逐次入力される。なお、本システムにはこれらのセンサ以外のセンサも設けられているが、図示は省略している。

【 0 0 3 1 】

E C U 3 0 は、各センサの検出結果等に基づいて、燃料噴射弁による燃料噴射量制御及び点火装置による点火制御などの制御を実施する。

【 0 0 3 2 】

また、E C U 3 0 は、車両走行中において所定の自動停止条件を満たした場合にエンジン 1 0 の自動停止を実施させる。そして、燃料カット中（自動停止過程）又はエンジン 1 0 の自動停止が実施された状態であり、且つ所定の再始動条件を満たした場合に、エンジン 1 0 を自動で再始動させる。なお、自動停止条件としては、例えば車速が所定以下であること、アクセルセンサ 4 2 により検出されるアクセル操作量がゼロであること（又はブレーキセンサ 4 4 により検出されるブレーキ操作量が第一所定量よりも多いこと）等が含まれる。また、エンジン再始動条件としては、例えばアクセルセンサ 4 2 により検出されるアクセル操作量が第二所定量よりも多いこと、ブレーキセンサ 4 4 により検出されるブレーキ操作量がゼロであること等が含まれる。

10

【 0 0 3 3 】

車両が交差点を曲がる場合など、所定の自動停止条件が成立してから所定の再始動条件が成立するまでの期間が短い状況では、所定の再始動条件が成立した時のエンジン回転速度が 0 ではないことが想定される。従来では、このような場合、エンジン回転速度の高さに応じて再始動方法を変更していた。

20

【 0 0 3 4 】

具体的には、所定の再始動条件が成立した時のエンジン回転速度が第一所定回転速度域内に収まる場合には、燃料噴射弁による燃料噴射の再開のみでエンジン 1 0 を再始動させる。第一回転速度域の下限値を上限値として設定される第二回転速度域内に、所定の再始動条件が成立した時のエンジン回転速度が収まる場合には、回転電機 2 0 を電動機として駆動させることで、エンジン 1 0 を再始動させる。第二回転速度域の下限値を上限値として設定される第三回転速度域内に、所定の再始動条件が成立した時のエンジン回転速度が収まる場合には、スタータモータ 1 1 によるクランキングを開始させることでエンジン回転速度を第二所定回転速度にまで上昇させる。その後、回転電機 2 0 によってエンジン回転速度を更に上昇させ、その一方でスタータモータ 1 1 によるクランキングを終了させる。このスタータモータ 1 1 と回転電機 2 0 とによる協調始動制御は、改めて図を用いて後述する。

30

【 0 0 3 5 】

回転電機 2 0 を電動機として適切に駆動させるためには、モータ 2 1 が備える回転子の回転角度を正しく認識している必要がある。したがって、回転子の回転角度を検出するための回転角度センサが回転電機に設けられることが多い。この点、本実施形態に係る回転電機 2 0 のように回転角度センサが設けられていない場合には、回転子の回転角度を推定する必要がある。ただし、本実施形態に記載の回転子の回転角の推定方法では、エンジン回転速度が低い場合に、回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力が低くなり、それに伴って、回転子の回転角度の推定精度が低下することが想定される。このとき、回転子の回転角度の推定精度の低下度合いによっては、回転電機 2 0 を適切に駆動することができないおそれがある。この対策として、回転子の回転角度の推定精度低下により回転電機 2 0 を適切に駆動させることができないおそれのあるエンジン回転速度の下限値を閾値として設定し、回転検出部 2 3 は、エンジン回転速度が推定閾値よりも低い状態において回転子の回転角度を推定しない。

40

【 0 0 3 6 】

一方で、スタータモータ 1 1 の駆動を開始させることが可能なエンジン回転速度の上限値として、所定回転速度が設けられる（上述の第三回転速度域の上限値に該当）。エンジン回転速度が高い状態でスタータモータ 1 1 によるクランキングを開始させると、スター

50

タモータ 11 が備えるソレノイド 15 によりピニオン 12 が押し出されリングギア 14 と噛み合わされた際に、ピニオン 12 が損耗するおそれがある。よって、所定回転速度は、スタータモータ 11 の駆動を開始させた際にピニオン 12 の損耗を抑制することが可能なエンジン回転速度の上限値として設定される。

【 0037 】

以上を踏まえた上で、推定閾値が所定回転速度よりも高く設定される状況を想定する。このような状況では、所定の再始動条件が成立したときのエンジン回転速度が推定閾値から所定回転速度の範囲内に収まる場合に、回転子の回転角度を推定しないことで、回転電機 20 を電動機として駆動させない。また、スタータモータ 11 によるクランキングも実施させない。その一方で、所定の自動停止条件が成立した時点から、回転電機 20 を発電機として駆動させることで、エンジン 10 の回転軸 13 に負荷を与え、エンジン回転速度の低下速度を大きくする。これにより、エンジン 10 の回転軸 13 に負荷を付与させ、エンジン回転速度の低下速度を大きくすることができる。このため、エンジン回転速度が推定閾値から所定回転速度の範囲内に収まる期間を短縮することができ、より早期にスタータモータ 11 によるクランキングを実施させることが可能となる。

【 0038 】

本実施形態では、ECU 30 により図 2 に記載の再始動制御を実行する。図 2 に示す再始動制御は、ECU 30 が電源オンしている期間中に ECU 30 によって所定周期で繰り返し実行される。

【 0039 】

まずステップ S 100 にて、所定の自動停止条件が成立したか否かを判定する。所定の自動停止条件が成立していないと判定した場合には (S 100 : NO)、本制御を終了する。所定の自動停止条件が成立したと判定した場合には (S 100 : YES)、ステップ S 110 に進み、制御 IC 22 に対して回転電機 20 を発電機として駆動させるよう指令を出し、ステップ S 120 に進む。

【 0040 】

ステップ S 120 では、所定の再始動条件が成立したか否かを判定する。所定の再始動条件が成立していないと判定した場合には (S 120 : NO)、再度ステップ S 120 を実施する。所定の再始動条件が成立したと判定した場合には (S 120 : YES)、ステップ S 130 に進み、回転速度センサ 45 からエンジン回転速度を取得し、ステップ S 140 に進む。

【 0041 】

ステップ S 140 では、回転速度センサ 45 から取得したエンジン回転速度が第一回転速度域の下限値よりも高く、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させることでエンジン 10 を再始動させることが可能か否かを判定する。エンジン回転速度が第一回転速度域の下限値よりも高いために、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させることでエンジン 10 を再始動させることが可能であると判定した場合には (S 140 : YES)、ステップ S 200 に進む。ステップ S 200 では、制御 IC 22 に対して回転電機 20 による発電を終了させるよう指令を出した上で、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させ、本制御を終了する。エンジン回転速度が第一回転速度域の下限値よりも低いため、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させてもエンジン 10 を再始動させることができないと判定した場合には (S 140 : NO)、ステップ S 150 に進む。

【 0042 】

ステップ S 150 では、エンジン回転速度が推定閾値よりも高いことで、回転検出部 23 による回転子の回転角度の推定が可能か否かを判定する。エンジン回転速度が推定閾値よりも高いことで、回転検出部 23 による回転子の回転角度の推定が可能であると判定した場合には (S 150 : YES)、ステップ S 160 に進む。ステップ S 160 では、制御 IC 22 に対して、回転電機 20 による発電を終了させ、その上で回転検出部 23 により推定された回転子の回転角度に基づいて回転電機 20 を電動機として駆動させるよう指令を出し、ステップ S 170 に進む。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 7 0 では、エンジン回転速度が第一回転速度域の下限値よりも高くなり、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させることでエンジン 1 0 を再始動させることが可能か否かを判定する。エンジン回転速度がまだ第一回転速度域の下限値よりも低いため、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させてもエンジン 1 0 を再始動させることができないと判定した場合には (S 1 7 0 : N O)、再度ステップ S 1 7 0 を実施する。エンジン回転速度が第一回転速度域の下限値よりも高くなり、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させることでエンジン 1 0 を再始動させることが可能であると判定した場合には (S 1 7 0 : Y E S)、ステップ S 1 8 0 に進む。ステップ S 1 8 0 では、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させ、ステップ S 1 9 0 では、制御 I C 2 2 に対して回転電機 2 0 による電動機としての駆動を終了させるよう指令を出し、本制御を終了する。

10

【 0 0 4 4 】

エンジン回転速度が推定閾値よりも低く、回転検出部 2 3 が回転子の回転角度を推定しないと判定した場合には (S 1 5 0 : N O)、ステップ S 2 1 0 に進む。ステップ S 2 1 0 では、エンジン回転速度が所定回転速度よりも低いことで、スタータモータ 1 1 によるクランキングを実施させることが可能か否かを判定する。エンジン回転速度が所定回転速度よりも高いために、スタータモータ 1 1 によるクランキングを実施させることができないと判定した場合には (ステップ S 2 1 0 : N O)、再度ステップ S 2 1 0 を実施する。エンジン回転速度が所定回転速度よりも低いために、スタータモータ 1 1 によるクランキングを実施させることが可能であると判定した場合には (ステップ S 2 1 0 : Y E S)、

20

【 0 0 4 5 】

ステップ S 2 2 0 では、制御 I C 2 2 に対して回転電機 2 0 による発電を終了させるよう指令を出した上で、スタータモータ 1 1 によるクランキングを実施させる。ステップ S 2 3 0 では、エンジン回転速度が推定閾値よりも高くなり、回転子の回転角度を推定可能となったか否かを判定する。エンジン回転速度がまだ推定閾値よりも低く、回転子の回転角度を推定しないと判定した場合には (S 2 3 0 : N O)、再度ステップ S 2 3 0 に進む。エンジン回転速度が推定閾値よりも高くなり、回転子の回転角度を推定可能と判定した場合には (S 2 3 0 : Y E S)、ステップ S 2 4 0 に進む。ステップ S 2 4 0 では、制御 I C 2 2 に対して、回転検出部 2 3 により推定された回転子の回転角度に基づいて回転電機 2 0 を電動機として駆動させるよう指令を出し、ステップ S 2 5 0 に進む。ステップ S 2 5 0 では、スタータモータ 1 1 によるクランキングを終了させ、ステップ S 1 7 0 に進む。

30

【 0 0 4 6 】

次に、E C U 3 0 が実行する再始動制御の動作を、図 3 を参照して説明する。なお、本制御動作は図 2 の制御内容を時系列に沿って説明したものである。

【 0 0 4 7 】

車両走行中に、所定の自動停止条件が成立したことで、回転電機 2 0 を発電機として駆動させる (時間 t 1 参照)。これにより、実線で示すように、エンジン 1 0 の回転軸 1 3 に負荷が付与され、エンジン回転速度の低下速度が大きくなる。エンジン回転速度の低下中に、所定の再始動条件が成立し、その時のエンジン回転速度が推定閾値から所定回転速度の範囲内に収まると、回転電機 2 0 を電動機として駆動させることも、スタータモータ 1 1 によるクランキングも実施させない (時間 t 2 参照)。これにより、所定の再始動条件が成立して以後も、エンジン回転速度は継続して降下していくことになる。エンジン回転速度が所定回転速度を下回ることで、回転電機 2 0 による発電を終了させ、スタータモータ 1 1 によるクランキングを開始させる (時間 t 3 参照)。

40

【 0 0 4 8 】

スタータモータ 1 1 のクランキングによりエンジン回転速度を推定閾値まで上昇させ、その後回転検出部 2 3 により推定された回転子の回転角度に基づいて回転電機 2 0 を電動機として駆動させることで、エンジン回転速度を更に上昇させる (時間 t 4 参照)。この

50

とき、スタータモータ 11 によるクランキングを終了させる。そして、エンジン回転速度が第一回転速度域の下限値を越えて大きくなったことで、燃料噴射弁に燃料噴射を再開させ、エンジン 10 を再始動させる（時間 t 5 参照）。このとき、回転電機 20 の電動機としての駆動は終了させる。

【 0 0 4 9 】

上記構成により、本実施形態は、以下の効果を奏する。

【 0 0 5 0 】

・所定の再始動条件が成立したときのエンジン回転速度が推定閾値から所定回転速度までの範囲内に収まる場合には、エンジン回転速度が所定回転速度を下回るまで、回転電機 20 やスタータモータ 11 を用いてのエンジン回転速度を上昇させる制御は試みない。これにより、エンジン回転速度が所定回転速度を下回ることとなり、エンジン回転速度が所定回転速度を下回ったことを条件として、スタータモータ 11 の駆動を開始させる。これにより、回転角センサを備えない回転電機 20 において、回転電機 20 とスタータモータ 11 とを併用した適切なエンジン再始動制御を実施することが可能となる。

10

【 0 0 5 1 】

・所定の自動停止条件が成立した場合に、回転電機 20 に発電を実施させる。これにより、エンジン回転速度の低下速度を早い段階から大きくさせることができる。したがって、所定の再始動条件が成立してから実際にエンジン 10 が再始動されるまでの期間を短縮することが出来、再始動性を改善することが可能となる。また、エンジン 10 が共振することで振動を生じるおそれのある共振回転速度域を迅速に通過することができる。このため、エンジン 10 の振動を抑制する事ができる。

20

【 0 0 5 2 】

・エンジン回転速度が所定回転速度よりも低くなった場合に、所定の自動停止条件が成立したときから実施されている回転電機 20 による発電が終了される。これにより、スタータモータ 11 によるクランキングが開始される際には回転電機 20 による発電が終了されている為、エンジン回転速度をスムーズに上昇させることが可能となる。

【 0 0 5 3 】

上記実施形態を、以下のように変更して実施することもできる。

【 0 0 5 4 】

・上記実施形態において、回転電機 20 には、回転電機 20 を制御する制御 IC 22 が備わっていた。このことについて、制御 IC 22 が行っていた制御を ECU 30 に実施させ、制御 IC 22 を省いた構成としてもよい。この場合、回転電機 20 の構成の簡素化を図ることが可能となる。

30

【 0 0 5 5 】

・上記実施形態では、回転検出部 23 に、回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力から回転子の回転角度を推定させていた。このことについて、回転検出部 23 には回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力を検出させるのみとし、回転検出部 23 により検出された回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力に基づいて、ECU 30 あるいは制御 IC 22 に回転子の回転角度を推定させてもよい。

【 0 0 5 6 】

この場合、エンジン回転速度が推定閾値よりも高い状態では、回転検出部 23 に回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力を検出させ、ECU 30 あるいは制御 IC 22 は、回転検出部 23 により検出された回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力に基づいて、回転子の回転角度を推定する。一方で、エンジン回転速度が推定閾値よりも低い状態では、回転検出部 23 に回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力を検出させないことで、ECU 30 あるいは制御 IC 22 は回転子の回転角度を推定しない構成とする。かかる構成によっても、上記実施形態と同様の作用・効果が奏される。

40

【 0 0 5 7 】

あるいは、回転検出部 23 に回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力を常時検出させる構成であっても、本再始動制御を適用できる。具体的には、ECU 30 あるいは

50

は制御 I C 2 2 は、エンジン回転速度が推定閾値よりも高い状態において、回転検出部 2 3 により検出された回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力に基づいて、回転子の回転角度を推定する。一方で、エンジン回転速度が推定閾値よりも低い状態では、回転検出部 2 3 が回転子又は固定子に生じる誘起電圧および逆起電力を検出しても、E C U 3 0 あるいは制御 I C 2 2 は回転子の回転角度を推定しない構成とする。かかる構成によっても、上記実施形態と同様の作用・効果が奏される。

【 0 0 5 8 】

・上記実施形態に係る回転子の回転角度の推定方法では、所定の再始動条件が成立した時のエンジン回転速度が推定閾値よりも低い場合に、回転子の回転角度を推定しないこととしていた。このことについて、エンジン回転速度がある推定閾値よりも低い状態となると、回転検出部 2 3 が回転子の回転角度を推定することができなくなる構成に対して、本制御を実施してもよい。かかる構成によっても、上記実施形態と同様の作用・効果が奏される。

10

【 0 0 5 9 】

E C U 3 0 あるいは制御 I C 2 2 に回転子の回転角度を推定させる場合に、エンジン回転速度がある推定閾値よりも低い状態となると、E C U 3 0 あるいは制御 I C 2 2 が回転子の回転角度を推定することができなくなる構成に対しても同様に、本制御を実施してもよい。

【 0 0 6 0 】

・上記実施形態では、所定の自動停止条件が成立した場合に、回転電機 2 0 を発電機として駆動させていた。このことについて、例えば、所定の自動停止条件が成立して以降のエンジン回転速度が推定閾値よりも低くなった場合に、回転電機 2 0 を発電機として駆動させてもよい。これによっても、所定の再始動条件が成立してから実際にエンジン 1 0 が再始動されるまでの期間を短縮することができ、エンジン 1 0 の再始動性を改善することが可能となる。

20

【 0 0 6 1 】

・上記実施形態では、所定の自動停止条件が成立した場合に、回転電機 2 0 を発電機として駆動させていた。このことについて、図 3 の破線に示されるように所定の自動停止条件が成立した場合に回転電機 2 0 を発電機として駆動させる必要はない。この場合でも、上記実施形態同様、所定の再始動条件が成立したときのエンジン回転速度が推定閾値から所定回転速度までの範囲内に収まる場合には（時間 t_2 参照）、エンジン回転速度が所定回転速度を下回るまで、回転電機 2 0 やスタータモータ 1 1 を用いてのエンジン回転速度を上昇させる制御は試みない。よって、エンジン回転速度が所定回転速度を下回ることとなり、スタータモータ 1 1 と回転電機 2 0 とによる協調始動制御を実施させることができる。つまり、本別例においても、回転電機 2 0 とスタータモータ 1 1 とを併用した適切なエンジン再始動制御を実施することが可能となる。

30

【 0 0 6 2 】

・上記実施形態では、エンジン回転速度が所定回転速度よりも低くなった場合に、所定の自動停止条件が成立したときから実施されている回転電機 2 0 による発電を終了させていた。このことについて、例えば、所定の再始動条件が成立した場合に、所定の自動停止条件が成立したときから実施されている回転電機 2 0 による発電を終了させてもよい。

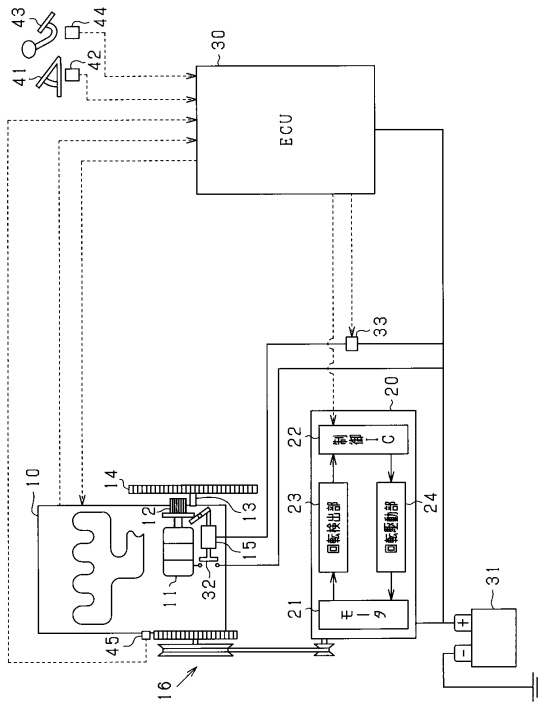
40

【 符号の説明 】

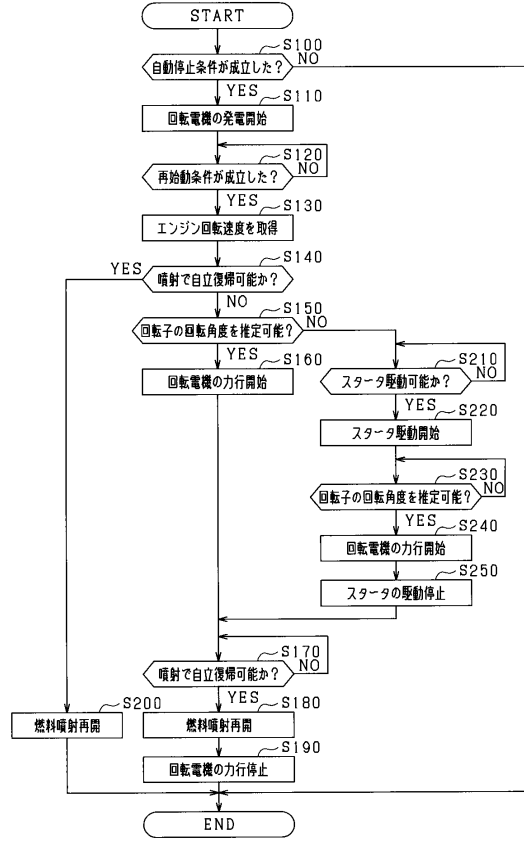
【 0 0 6 3 】

1 0 ...エンジン、 1 1 ...スタータモータ、 1 3 ...回転軸、 2 0 ...回転電機、 2 2 ...制御 I C、 2 3 ...回転検出部、 3 0 ... E C U、 4 5 ...回転速度センサ。

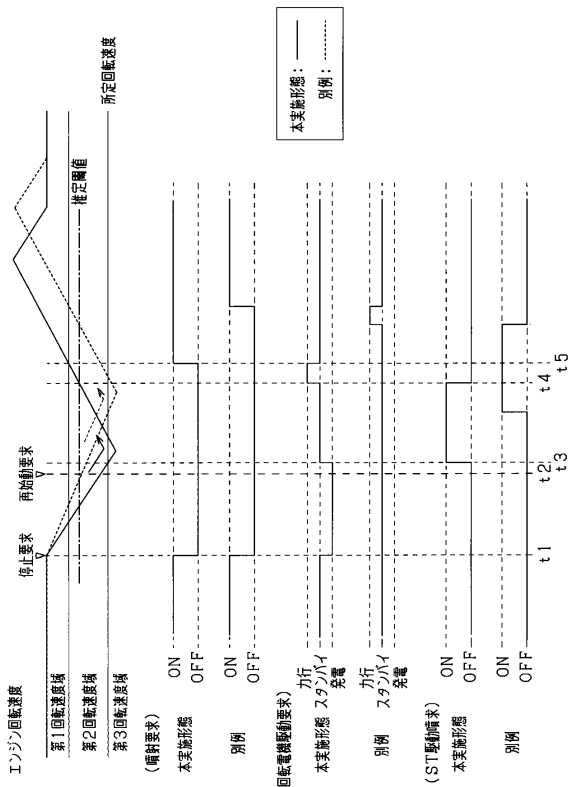
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 0 2 D</i>	<i>29/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>29/06</i>	<i>D</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>17/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>17/00</i>	<i>Q</i>

審査官 稲村 正義

(56)参考文献 特開2008-19789(JP,A)
特開2001-112282(JP,A)
特開2016-23558(JP,A)
特許第5875664(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 N 1 1 / 0 0 - 1 5 / 1 0