

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5450311号
(P5450311)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl.

F 1

F02N 11/08	(2006.01)	F02N 11/08	K
F02N 15/00	(2006.01)	F02N 15/00	E
F02N 15/02	(2006.01)	F02N 15/02	N
F02D 29/02	(2006.01)	F02D 29/02	321A

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-174989 (P2010-174989)
(22) 出願日	平成22年8月4日 (2010.8.4)
(65) 公開番号	特開2012-36747 (P2012-36747A)
(43) 公開日	平成24年2月23日 (2012.2.23)
審査請求日	平成24年8月29日 (2012.8.29)

(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(74) 代理人	100091720 弁理士 岩崎 重美
(72) 発明者	城吉 宏泰 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社 日立製作所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アイドルストップ制御方法および制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジン運転中にアイドルストップ条件を満たしたときに燃料の噴射を停止し、エンジン回転数がゼロになるまでのエンジン惰性回転期間中に、ピニオンギヤをエンジンのクラシク軸に連結されたリングギヤに噛み込ませる方式のアイドルストップシステムの制御装置において、

前記アイドルストップシステムは、

前記リングギヤの回転速度を検知するリングギヤ回転速度検知手段と、

前記エンジンのクラシク軸のクラシク角を検知するクラシク角検知手段と、

前記ピニオンの回転速度を検知するピニオン回転速度検知手段と、

を備え、

前記制御装置は、前記ピニオンを回転駆動させた後に回転駆動を停止して前記ピニオンが惰性回転しているときの前記ピニオンの将来の回転速度の減速を前記ピニオン回転速度検知手段に基づいて予測するピニオン回転速度予測手段を備え、

前記リングギヤ回転速度検知手段と前記クラシク角検知手段に基づいて

将来のエンジン回転速度を予測し、さらに前記ピニオン回転速度検知手段に基づきピニオン回転速度をピニオンのリングギヤとの減速比を考慮して換算したピニオン回転速度と、リングギヤの回転速度が所定の速度差で接触するよう、ピニオンの押し出し手段の遅れを考慮してピニオン押し出し手段の押し出しタイミングを制御することを特徴とする、アイドルストップシステムを制御する制御装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の制御装置に於いて、現時点からリングギヤ回転速度とピニオン回転速度の差が所定の回転速度差になる時点までの時間を計算し、前記ピニオンの押し出し手段の遅れ時間を考慮して前記所定の回転速度差になる時点に前記ピニオンが前記リングギヤに接触するように前記ピニオン押し出し手段の押し出し開始タイミングを制御し、現時点からリングギヤ回転速度と前記ピニオン回転速度の差が所定の回転速度差になる時点までの時間を計算する際、現時点でのエンジン回転速度とピニオンの回転速度の差と、クランク角を項目とする表を予め作成し、表を参照することで前記時間を計算することを特徴とするアイドルストップシステムを制御する制御装置。

【請求項 3】

10

請求項 1 に記載の制御装置に於いて、所定の時間後のリングギヤ回転速度とピニオン回転速度を予測し、予測された所定時間後のリングギヤ回転速度とピニオン回転速度の速度差が所定の回転速度差を下回った時点で前記ピニオン押し出し手段を用いてピニオンの押し出しを開始し、現時点から所定の時間経過後のリングギヤ回転速度を計算する際、現時点でのエンジン回転速度と、クランク角を項目とする表を予め作成し、表を参照することで前記所定時間経過後のリングギヤ回転速度を計算することを特徴とするアイドルストップシステムを制御する制御装置。

【請求項 4】

請求項 2, 3 に記載の制御装置に於いて、エンジンの状態の変化に対応して、前記表を複数用意し、参照する表を変えることで前記条件の変化に対応することを特徴とするアイドルストップシステムを制御する制御装置。

20

【請求項 5】

請求項 2 に記載の制御装置において、前記制御装置は前記リングギヤ回転速度検知手段と前記クランク角検知手段を用いて、エンジン回転加速度とクランク角の対応関係を測定して前記制御装置内部に記憶する対応関係更新機能を備え、

エンジン惰性回転期間中のクランク角に対応づけ

られるエンジン回転速度の加速度に、予測開始時点以前の段階でクランク角に対応するエンジン回転速度の加速度を測定し、将来のエンジン回転速度の予測に適用することを特徴とするアイドルストップシステムを制御する制御装置。

【請求項 6】

30

請求項 1 に記載の制御装置において、ピニオンとリングギヤが接触する時のピニオン回転速度とリングギヤの回転速度の速度差を、ピニオンとリングギヤが接触する際の騒音が最小になる回転速度差に設定し、前記回転速度差は、リングギヤの方がピニオンより速い回転速度差であることを特徴とするアイドルストップシステムを制御する制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、エンジンの停止と再始動を自動的に行うアイドルストップシステムに関する。

【背景技術】

40

【0002】

近年、エネルギー資源の節約と環境保全を目的とした自動車の技術が開発されている。例えば、運転中に所定の条件（自動停止条件）が成立した時に、エンジンに供給する燃料をカットし、エンジンが発生するトルクを失わせるアイドルストップシステムを搭載したものがある。自動停止条件は、運転者がアクセルから足を離したり、ブレーキを踏んだりすることで成立する。このアイドルストップシステムでは、車両が停止していなくても、自動停止条件が成立したらエンジンを自動的に停止する。その後、運転者の再始動要求が生じた時点や、エンジンの稼働が必要になった時にエンジンを再始動する。

【0003】

エンジンを再始動させる方法として、ピニオン押し出し式のスタータを用い、スター

50

のピニオンを押し出してそのピニオンをエンジンのリングギヤに噛み合わせ、スタータの回転をエンジンに伝えて、エンジンを回転させ、始動させる方法を探っているものがある。

【0004】

エンジンが発生するトルクが失われた後の惰性回転中に、アクセルが踏み込まれるなどの条件が成立し、再始動要求が発生したときはスタータのモータへの通電を開始してピニオンを回転させ、ピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度と同期した時点でピニオンをリングギヤに噛み込ませてスタータによるクランキングを開始することで、エンジン回転の復帰を早める方法が提案されている（特許文献1参照）。この文献では、エンジンの運動エネルギーとエンジンの運動を妨げる仕事量とを演算し、将来の運動エネルギーを予測することで将来のエンジン回転速度を予測する。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4214401号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ピニオン押し出し式のスタータは、ピニオンを押し出してリングギヤに到達するまでに遅れ時間があり、スムーズな噛み込みのためにピニオンがリングギヤに到達した時点でのエンジンの回転速度を予測する必要がある。しかし圧縮行程にある気筒が仕事をしてエネルギーを消費するので、エンジンの回転速度は惰性回転中であっても脈動しながら減衰する。よって、将来のエンジン回転速度を予測するためには、脈動しながら減衰するエンジンの回転速度を正確に予測する必要がある。噛み込み時には歯と歯がぶつかり合い騒音が発生し、その時のピニオンとリングギヤの回転速度の速度差が騒音を大きく左右する。20

【0007】

本発明は、エンジンの惰性回転中にエンジンのリングギヤとスタータのピニオンギヤとを噛み合わせるときに生じる騒音を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、エンジンの惰性回転中に、スタータのピニオンを押し出してそのピニオンをエンジンのリングギヤに噛み合わせ、再始動要求が発生したときにスタータによるクランキングによってエンジンを始動させる、いわゆるプリメッシュ式のアイドルストップシステムにおいて、ピニオンギヤとリングギヤとを噛み合わせるタイミングをクランク角情報に基づいて制御することを特徴とする。30

【発明の効果】

【0009】

エンジンの惰性回転中も脈動しながら変化するエンジンの回転速度を、クランク角情報を用いることで、脈動成分を考慮して予測できる。その結果、ピニオンとリングギヤを任意の速度差で接触させることができるとなり、スムーズで騒音が小さい噛み込みが可能な所定の速度差でピニオンギヤとリングギヤとを噛み込ませることができる。40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明を実施した時のエンジン回転速度とピニオン回転速度の挙動および制御装置の出力の一例である。

【図2】アイドルシステムの構造と回路接続を示す簡易的な模式図である。

【図3】実施例を示すフローチャートである。

【図4】惰性回転中のエンジン回転速度の加速度とクランク角の関係を示すフィッティング関数の一例である。

【図5】ピニオン押し出し判定の実施例その1を示すフローチャートと計算に使われる表50

の一例である。

【図6】ピニオン押し出し判定の実施例その2を示すフローチャートと計算に使われる表の一例である。

【図7】ピニオン飛出し信号が出力された瞬間でのクランク角と速度差の傾向。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明を実施するための形態は、次のようなものである。アイドルストップシステムにエンジンのクランク軸のクランク角を検知するクランク角検知手段と、リングギヤの回転速度を検知するリングギヤ回転速度検知手段と、ピニオンの回転速度を、ギヤ比を考慮して同期して回転するリングギヤの回転速度に換算した回転速度（以下ピニオンの回転速度とする）を検知するピニオン回転速度検知手段を備える。その上で、アイドルストップを行う際はエンジンが発生するトルクが失われてからエンジンの回転数がゼロになるまでのエンジン惰性回転期間中に、スタータのピニオンを回転させた上で、惰性回転状態にしたピニオンをエンジンのクランク軸に連結されたリングギヤに噛み込ませる。この噛み込み動作を行う際、ピニオンの押し出し手段の遅れを考慮し、リングギヤ回転速度検知手段と前記クランク角検知手段に基づいて脈動を含む将来のエンジン回転速度を予測し、さらに前記ピニオン回転速度検知手段に基づきピニオンとリングギヤが所定の回転速度差で接触するよう、ピニオン押し出し手段の押し出しタイミングを制御して噛み込み動作を実施する。その後、アイドルストップ中はピニオンの噛み込みを維持し、再始動要求が発生したら直ちにスタータによるクランキングを開始してエンジンを再始動させる。

【0012】

以下に添付の図を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

【0013】

図2は本実施例におけるスタータ201と制御装置208の簡単な構造と回路接続の模式図である。スタータ201は、いわゆるピニオン押し出し方式のスタータであり、スタータモータ205とスタータモータ205によって回転駆動されるピニオンギヤ203と、ピニオンギヤ203を押し出すためのマグネットスイッチ202を備えた構成となっている。スタータモータ205の回転はその内部にある減速機構で減速することでトルクを増大させてピニオンギヤ203に伝達する。マグネットスイッチ202に通電するとピニオンギヤ203を押し出して（図2の右方向）、リングギヤ204に連結する構造となっている。ピニオンギヤ203を押し出す機能を備えるものであれば、マグネットスイッチでなくても良い。ピニオンギヤ203はワンウェイクラッチ207と一体化されている。ピニオンギヤ203はスタータモータ205の軸方向に移動可能である。ピニオンギヤ203はエンジンのクランク軸に連結されたリングギヤ204と噛み合わせて回転することでエンジンに動力を伝えることができる。ワンウェイクラッチ207はスタータモータ205がエンジンを正回転させる方向にしか動力が伝わらない構成にする。これにより、ピニオンギヤ203、リングギヤ204に噛み合っている時は、リングギヤの回転速度は、モータ205の回転速度に対して、減速比に応じた同期速度になるか、もしくは、それよりも速い回転速度になる。すなわち、リングギヤ204がピニオンギヤ203の回転速度よりも低下しようとすると、ワンウェイクラッチ207が動力を伝達するため、リングギヤ204の回転速度がスタータモータ205に対する同期速度を下回ることはない。一方で、同期速度よりもリングギヤの回転速度の方が速い時は、ワンウェイクラッチが動力を伝達しないため、リングギヤ204からスタータモータ205側へ動力が伝達されることはない。

【0014】

図2に示す通り、ピニオン回転センサ210（ピニオン回転速度検知手段）、リングギヤ回転センサ211（リングギヤ回転速度検知手段）、クランク角センサ209（クランク角検知手段）からの信号は制御装置208に入力される。なおリングギヤ204とエンジンのクランク軸は連結されているので、リングギヤ回転速度とエンジン回転速度は同義である。制御装置208は通常の燃料噴射、点火、空気制御（電子制御スロットル）に加

10

20

30

40

50

え、ブレーキペダル状態、車速等の各種情報より、アイドルストップを許可し、燃料カットを行う。制御装置からはピニオン押し出し指令信号とモータ回転指令信号がそれぞれ独立して出力される。図2で示す通り、ピニオン押し出し指令信号を伝えるマグネットスイッチ通電用スイッチ206aとモータ回転指令信号を伝えるスタータモータ通電用スイッチ206bがピニオン押し出しとスタータモータ205の回転とを制御する。スイッチの役割を果たす部品として機械式接点を持つリレースイッチや、半導体を用いたスイッチなどを使うことができる。

【0015】

図3は本発明を含むアイドルストップシステムを実施する際の制御フローチャートであり、制御装置208の内部で実施される。また、制御フローを実施した時の、リングギヤ204とピニオンギヤ203との回転速度の時間変化と、そのときの制御装置208の出力信号の一例を図1に示す。図3に示す通り、まずアイドルストップ条件が成立したことを見て、ステップ301にて燃料噴射を停止する。その結果、エンジン回転は惰性回転を始める。その後、図1の101で示すようにスタータモータ205に通電する。この通電による回転を予回転と称する。スタータモータ205が予回転することにより、ピニオンギヤ203が予回転する。その予回転開始の判定はステップ303で行う。予回転開始の判定方法としては、例えばエンジン回転速度が所定の回転速度を下回ったことを条件にすることが考えられる。予回転開始判定が成立した後は、ステップ304でスタータモータ304に通電して予回転を開始する。予回転は例えば一定時間、またはピニオンギヤ203の回転速度が所定の回転速度に到達すると終了する。その後は、通電をやめることでスタータモータ205が発生するトルクが失われ、ピニオンギヤ203は惰性回転に移行する。なお本実施例においては必ずしもスタータモータを予回転させる必要はなく、スタータモータが回転していない状態でも本発明を適用することはできる。予回転させることでエンジン回転速度、すなわちリングギヤ204の回転速度が比較的高い領域であってもピニオンギヤ203とリングギヤ204とのスムーズな噛み込みが可能になる。スタータモータ205の予回転後、ステップ306にてピニオン押し出し判定を行って、図1のt1のタイミングで押し出し指令を出す。この判定を行う際、判定によってピニオンギヤ203が押し出され、ピニオンギヤ203がリングギヤ204に接触する時点（すなわち、図1におけるt2）でのリングギヤ204の回転速度とピニオンギヤ203の回転速度とを予測し、それらの回転速度差が所定の値になるように、押し出しタイミングを決め、判定を行う。すなわち、図1のt1のタイミングからt2のタイミングまでがピニオン押し出し手段の遅れ時間（T_{delay}）であり、この遅れ時間を考慮して、前もって押し出し指令（図1におけるt1）を出す。つまりピニオン押し出し手段の遅れ時間、すなわちピニオンが移動してリングギヤに到達するまでの時間の間のピニオンギヤ203の回転速度及びリングギヤ204の回転速度の変化を予測することで、ピニオンギヤ203がリングギヤ204に接触した時点での両者の速度差を最適な速度差になるように飛出しタイミングを決めることができ、騒音が小さくスムーズな噛み込みを実現することができる。なお、将来のリングギヤ204の回転速度の予測は時々刻々制御装置によって行われる。すなわち、時々刻々のエンジン回転速度とクランク角の情報を使って将来のリングギヤ204の回転速度を予測する。以下では時々刻々将来のリングギヤ204の回転速度を予測しようとしている時点を予測開始時点と呼ぶ。ここでのピニオン押し出し判定の実施例に関しては後に詳しく述べる。

【0016】

ピニオンギヤ203がリングギヤ204に噛み込んだ後に発生した再始動要求に対してはステップ309にて直ちにスタータによる再始動を開始する。ピニオンギヤ203が噛み込み済みであるので、直ちにスタータモータ205に通電し、クランキングを開始することで素早い再始動を可能にする。一方、アイドルストップ開始からピニオンギヤ203が噛み込む前に、再始動要求が発生する可能性はある。それに対してはステップ302とステップ305にて判定し、ステップ310にて燃料噴射を再開し、燃焼による再始動を試みる。アイドルストップ条件が成立し、燃料カットされた後でもエンジン回転が高い領

10

20

30

40

50

域に関しては、燃焼噴射を再開して燃焼を再開することでエンジン回転を復帰させることができるが、エンジン回転が低い領域では燃焼を再開してもそのままエンジンが止まってしまうことがある。ステップ311にてエンジンが燃焼復帰できたかどうかを判定し、燃焼復帰できなかった場合にだけステップ312にてピニオンギヤ203をリングギヤ204に噛み込ませスタート201による再始動を行う。燃焼復帰判定は、例えばエンジン回転速度が所定の値（例えば50r/min）を下回った時点で燃焼復帰できなかったと判定することができ、またエンジン回転速度が所定の値（例えば500r/min）を上回った時点で燃焼復帰完了と見なすことができる。

【0017】

次に将来のリングギヤ204の回転速度の予測方法について説明する。惰性回転中のエンジン回転速度は一定の変化率で減速していくという挙動はとらず、エンジン回転速度の変化率（回転加速度）がクランク角に対応して周期的に変化しながら回転速度を下げていくことを発明者らの研究で発見した。本実施例では、この周期的に変化しているエンジン回転速度の変化率を利用して、将来のエンジン回転速度すなわち、リングギヤ204の回転速度を予測する。まずはクランク角とエンジン回転速度の加速度の関係を近似的に関連付けるフィッティング関数をあらかじめ作成する。フィッティング関数を作成するにあたって、まず実際の惰性回転中エンジン回転速度の挙動とその時のクランク角情報を取得し、連続したエンジン回転速度からエンジン回転速度の変化率（＝回転加速度）を求める。クランク角に対応してこのエンジン回転速度の変化率は周期的に変化し、概ねクランク角によって一意に決まると仮定したうえで、クランク角をパラメータとしてエンジン回転速度の変化率を近似的に求めるフィッティング関数を決める。フィッティング関数が実際のエンジン回転速度の変化率と重なるように、例えば多項式や三角関数を組み合わせてフィッティング関数を決める。図4の401に、エンジンの惰性回転中のクランク角とエンジン回転速度の加速度の関係を示したフィッティング関数の一例をグラフにしたものを見せる。なおこの例は6気筒エンジンの一例であり、クランク角は圧縮行程の気筒が上死点に達した所を0度とした。4サイクルエンジンは、クランク軸が2回転で1サイクルなので、6気筒エンジンの場合はクランク軸が120度回転するごとに別の気筒が同じ位相になる。そのため、クランク軸が120度回転するごとにエンジンの回転速度が周期的に加減速する。よってこのフィッティング関数は0度（上死点）から始まり、120度までとなる。4気筒エンジンの場合はクランク軸が180度回転するごとにエンジンの回転速度が周期的に加減速するのでフィッティング関数は180度までになる。惰性回転中のエンジン回転挙動について、周期的にこのフィッティング関数を参照することで、エンジン回転速度の変化率（＝加速度）を得ることができる。この例ではクランク角に対し一様にエンジン回転加速度を決めた例を示してあるが、クランク角だけではなく例えばエンジン回転速度などの要素もこのフィッティング関数のパラメータに含めることができる。将来のエンジン回転速度を予測する時は、予測開始時のエンジン回転速度とクランク角を初期条件として、このエンジン回転加速度を示しているフィッティング関数を解析的または数値的に時間積分することで惰性回転中の将来の任意の時刻でのエンジン回転速度を予測することができる。例えばフィッティング関数を数値的に時間積分する際は次のように積分することができる。初期条件のクランク角情報を用いてフィッティング関数を使って加速度を計算し微小時間をかけることで微小時間後のエンジン回転速度の変化量を得ることができ、初期条件のエンジン回転速度に加えることで微小時間後のエンジン回転速度を得ることができる。また初期条件のエンジン回転速度に微小時間をかけることで微小時間後のクランク角の変化量を求めることができ、初期条件のクランク角に加えることで微小時間後のクランク角を得ることができる。こうして微小時間後のエンジン回転速度とクランク角を連続的に計算していくことで、将来の任意の時刻でのエンジン回転速度を予測する。

【0018】

惰性回転中のエンジン回転の挙動は温度、負荷、総稼働時間などのエンジンの状態に応じて変化することがあり、また量産するにあたって個体差も発生すると考えられる。図4に示す予め作成されたフィッティング関数401だけだとエンジンの状態の変化に対し十

10

20

30

40

50

分に対応できなく、将来のエンジン回転速度の予測が実際とずれてしまうことがある。それに対しては、エンジン回転速度の加速度を使って将来のエンジン回転速度を予測する際、予測開始時点までの過去の実際のエンジン回転速度の加速度を測定し、加速度とクランク角の対応関係を常に更新して将来のエンジン回転速度の予測に使うことができる。加速度とクランク角の対応関係を更新する際は、例えばまず、最後にエンジンを停止した時や、予測開始時点の直前までのエンジン挙動から、エンジン回転速度の変化率を計算しクランク角と対応づけて制御装置内部に記憶しておく。その際に更新された加速度とクランク角の対応関係を示すフィッティング関数の例を図4の402に示す。更新されたフィッティング関数は制御装置の電源が切れても制御装置の内部で記憶され、また温度などの情報と関連づけて更新されるようにしても良い。エンジン回転速度の変化率とクランク角の情報 10 を制御装置内部に保持し、常に対応関係を更新して将来のエンジン回転速度の予測に使うことで、エンジン回転挙動の変化に柔軟に対応でき、より正確な予測ができるようにすることができる。

【0019】

エンジン回転速度の予測方法を使えば将来の任意の時刻でのエンジン回転速度を予測できる。また、惰性回転中のピニオン回転速度は一定の減速度で降下するとみなすことができるので、直線的な関係で将来のピニオン回転速度を予測することができる。よって、両者の予測を組み合わせることにより、将来の両者の回転速度差を予測することができる。図3のステップ306では所定時間(T_{delay})経過後の予測されたリングギヤ回転速度とピニオン回転速度に基づいてピニオンの飛出し判定を行う。図5と図6に、図3のステップ306でのピニオン押し出し判定のより具体的な実施例を2つ示す。ピニオンの押し出し判定は将来のエンジン回転速度とピニオンギヤ203との回転速度差が所定の値になる時点(図1における t_2)でピニオンギヤ203がリングギヤ204に接触するよう 20 にする。

【0020】

図5で示す方法では、ステップ501にてのエンジン回転数予測方法を用い、リングギヤ204の回転速度とピニオンギヤ203の回転速度の速度差が所定の値(N_{ref})になるまでの時間(T_p)を計算する。ステップ502にて所定の速度差になるまでの時間がピニオン押し出しの遅れ時間(T_{delay})と同じ、またはそれ以下だったら押し出し指令を出す。この方法を制御装置208で実施する際に、回転速度差が所定の値(N_{ref})になるまでの時間を、予測開始時点での回転速度差とクランク角を項目とする表で持ておき、表を参照することでその時間を計算することもできる。この表は予め将来のエンジン回転速度予測方法に基づき作成される。図5の503にて表の一例を示す。この例では予測開始時点でのリングギヤとピニオンの速度差を縦の項目とし、予測開始時点でのクランク角を横の項目としている。予測開始時点での情報を使って、ピニオンとリングギヤが接触すべき時刻(速度差が N_{ref} になる時刻)までの残り時間を、表を参照することで得ることができる。ここで得られた残り時間と、ピニオン押し出しの遅れ時間(T_{delay})を比較し、残り時間がピニオンの遅れ時間と同じまたはそれ以下になった時にピニオン飛出し指令を出す。また、前記表を予め複数用意し、シフトレバーの位置、エンジンの温度や負荷などに応じて、参照する表を変えることでエンジンの状態の変化に柔軟に対応 30 できるようにすることもできる。

【0021】

図6で示す方法では、ステップ601にてのエンジン回転数予測方法を用い、 T_{delay} 秒後のエンジン回転速度 N_e を予測し、ステップ602にて T_{delay} 秒後のピニオン回転速度 N_{pi} を予測する。そしてステップ603にて T_{delay} 秒後の両者の回転速度差が所定の値(N_{ref})と同じ、または下回ったことでピニオン押し出し指令を出す。この方法を制御装置208で実施する際に将来のエンジン回転速度を、予測開始時点でのエンジン回転速度と予測開始時点でのクランク角を項目とする表で持ておき、表を参照することで将来のエンジン回転速度を計算することもできる。この表は予め将来のエンジン回転速度予測方法に基づき作成される。図6の604に表の一例を示す。この例では予測開 40 50

始時点でのエンジン回転速度を縦の項目とし、予測開始時点でのクランク角を横の項目としている。予測開始時点での情報を使って、 T_{delay} 秒後のエンジン回転速度を、この表を参照することで得ることができる。また、惰性回転中のピニオンは時間に対し一定の勾配でもって回転速度が降下すると見なすことで、 T_{delay} 秒後のピニオン回転速度について予測することができる。 T_{delay} 秒後の両者の速度差が N_{ref} と同じ、または下回った時点でピニオン飛出し指令を出すことで、実際に T_{delay} 秒後に両者の速度差が N_{ref} の状態でピニオンギヤ 203 がリングギヤ 204 に接触し、ピニオンギヤ 203 とリングギヤ 204 との噛み込みが実現される。また、表を予め複数用意し、シフトレバーの位置、エンジンの温度や負荷などに応じて、参照する表を変えることでエンジンの状態の変化に柔軟に対応できるようにすることもできる。なお、図 5 に示す方法と図 6 に示す方法で行うピニオンギヤ 203 の飛出し判定は計算手順が違うだけで、原理的には同じことを判定している。

【0022】

本実施例を適用すると、惰性回転中のリングギヤにピニオンを噛み込ませた後アイドルストップ中はスタート 201 のピニオンギヤ 203 の噛み込み状態が維持され、再始動要求に備える。ピニオン 203 を飛出させる際は、ピニオン飛出し信号が出力された瞬間 (t_1) でのリングギヤ 204 の回転速度とピニオンギヤ 203 の回転速度との速度差が、その瞬間でのクランク角に対応して変化する。つまり、クランク角情報を使ってピニオンギヤ 203 の押し出しタイミングを判定しているので、ピニオン飛出し信号が出力された瞬間での前記速度差とクランク角を抽出すると、クランク角と前記速度差が対応した傾向を示すことが本実施例の特徴である。図 7 に、実際に 4 気筒エンジンで本発明を複数回実施した際の、ピニオン飛出し信号が出力された瞬間でのクランク角と前記速度差をグラフにしたものを見ます。この例では、ピニオンがリングギヤに到達した時点 (t_2) でのピニオンとリングギヤの回転速度差は $0 \sim 30 [r/min]$ の範囲に入っている。図 7 の例で、A のエリアでは、クランク角が 60° 付近でピニオン飛出し信号が出力された瞬間でのリングギヤとピニオンの速度差は比較的小さく、B のエリアではクランク角が 140° 付近になると速度差が大きいことがわかる。これは、 140° 付近では上死点手前でエンジン回転速度が速く減速することが予測され、両者の速度差が比較的大きくてもピニオンが接触する時には設定した速度差になると予測されピニオン飛出し判定が成立したためである。A のエリアではエンジン回転速度は比較的遅く減速することが予測されたので、両者の速度差が小さい時に飛出し判定が成立している。このように、本発明を実施するとピニオンがリングギヤに接触した時の両者の速度差を一定範囲に収めるために、ピニオン飛出し判定が成立し飛出し信号が出力された瞬間での両者の速度差とクランク角を抽出すると、エンジン回転が大きく減速すると予測されたクランク角付近ではリングギヤとピニオンの速度差が大きくて飛出し判定が成立し、エンジン回転が比較的小さく減速するクランク角付近では両者の速度差が小さい時に飛出し判定が成立する傾向を示す。図 7 に示す例ではクランク角に対応してリングギヤとピニオンの速度差は単純増加で直線的な傾向を示すが、エンジン拳動によっては単純増加にはならない。またこの例ではクランク角が 60° 付近から 150° 付近までの間でのみ飛出し判定が成立しているが、エンジン拳動によっては、クランク角の範囲に限定されずに飛出し判定が成立し、前記の傾向を示すことが本発明の特徴である。

【0023】

ピニオンギヤ 203 とリングギヤ 204 が接触する際の騒音に関しては、両者が接触する時の速度差に応じて大きく変化することが発明者らの研究でわかっている。速度差が大きければピニオンギヤ 203 とリングギヤ 204 が同期し、ピニオンが挿入されるまでに時間を要してしまい騒音も大きくなる。一方、速度差を 0 に設定すればよいと云うわけではなく、わずかにリングギヤの回転速度が速い状態でピニオンと接触させる方がスムーズに噛み込みが完了し、騒音も比較的小さくなる。これは、リングギヤ回転速度の方がピニオン回転速度より速い時に接触するとワンウェイクラッチの接続が切れ、ピニオンだけがリングギヤと同期すれば噛み込めようになるからスムーズに噛み込めるが、逆の場合は

ワンウェイクラッチが接続しモータを同期させるための衝撃が大きくなるからである。本実施例ではピニオンとリングギヤが接触する際の速度差を任意の速度差に設定できるので、騒音が小さい速度差に設定することで速度差に依存する騒音を抑えることができる。

【符号の説明】

【0024】

101 予回転でのモータ通電信号

201 スタータ

202 マグネットスイッチ

203 ピニオンギヤ

204 リングギヤ

10

205 スタータモータ

206 a マグネットスイッチ通電用スイッチ

206 b スタータモータ通電用スイッチ

207 ワンウェイクラッチ

208 制御装置

209 クランク角センサ

210 ピニオン回転センサ

211 リングギヤ回転センサ

401 エンジン回転速度の加速度とクランク角の関係を示すフィッティング関数の例

402 エンジン状態が変化した時のフィッティング関数の例

20

Nref ピニオンとリングギヤが接触する時の目標とする速度差

Tdelay ピニオン飛出し信号から実際にピニオンがリングギヤに接触するまでの遅れ時間

Tp 現時点から、速度差が Nref になる時点までの残り時間

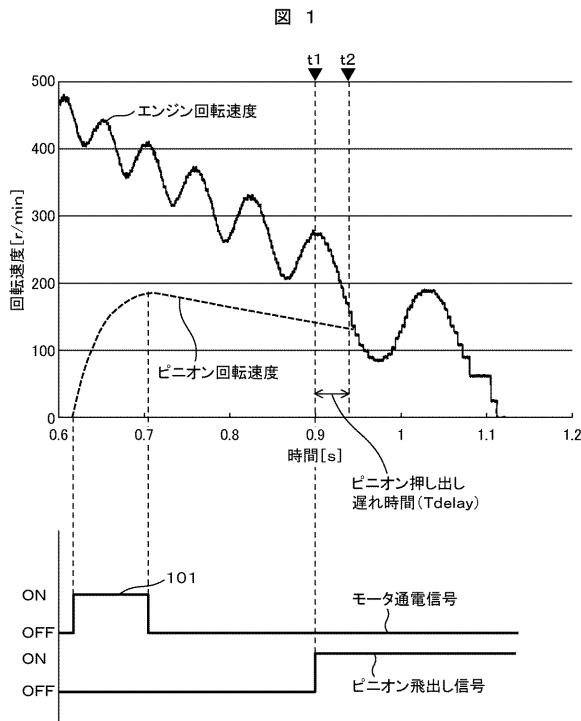
Ne Tdelay秒後のエンジン回転速度

Npi Tdelay秒後のピニオン回転速度

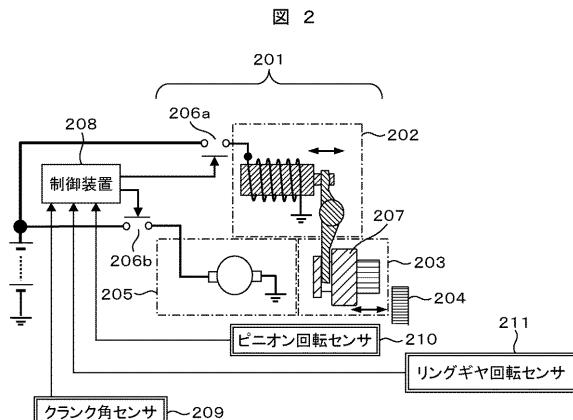
t1 ピニオン押し出しタイミング

t2 ピニオンがリングギヤに接触するタイミング

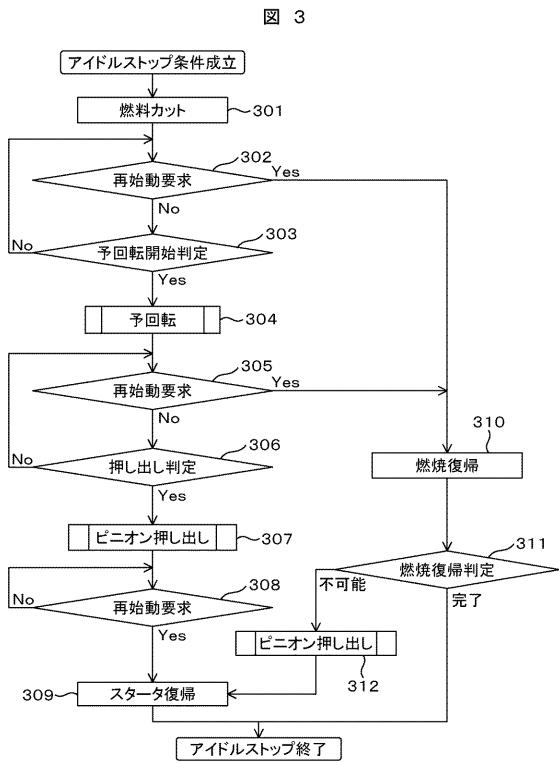
【図1】



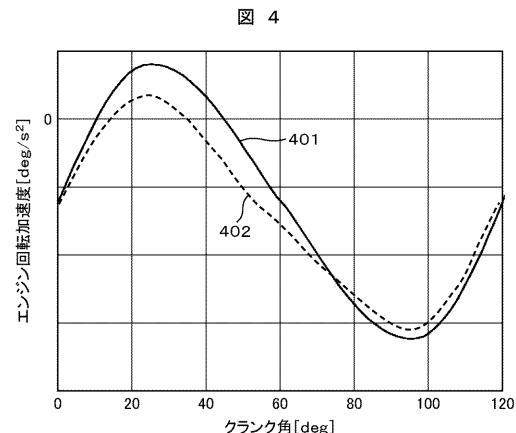
【図2】



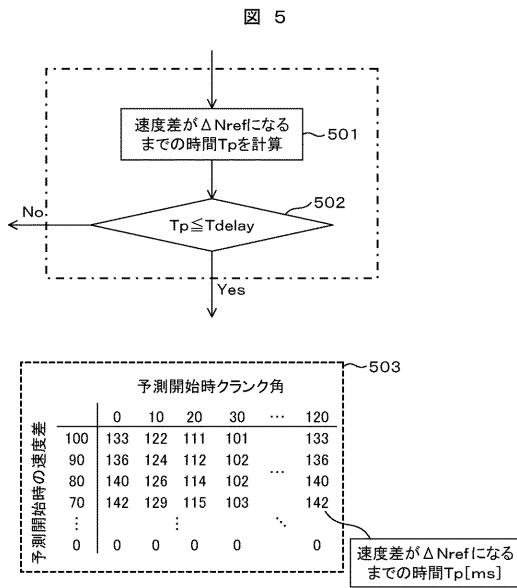
【図3】



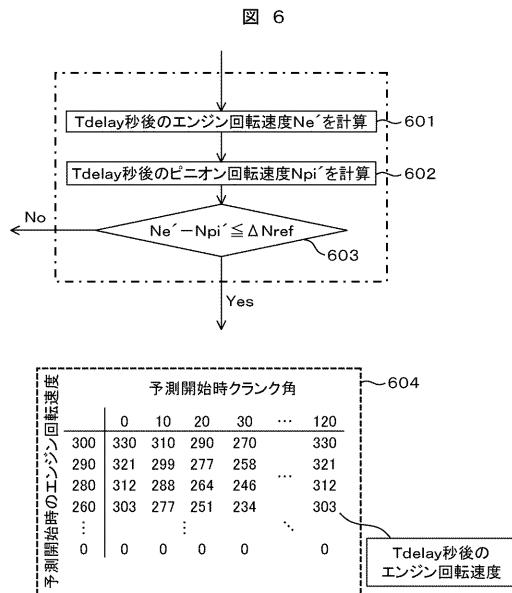
【図4】



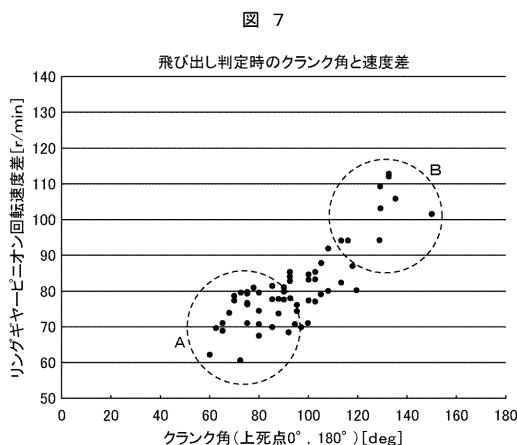
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 西岡 明

茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

(72)発明者 解 龍

茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

(72)発明者 町田 憲一

茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

(72)発明者 長澤 義秋

茨城県ひたちなか市高場2477番地
ング内

株式会社 日立カーエンジニアリ

審査官 岩附 秀幸

(56)参考文献 国際公開第2010/046164 (WO, A1)

国際公開第2010/015449 (WO, A1)

特表2011-530036 (JP, A)

特表2009-529114 (JP, A)

特表2012-505998 (JP, A)

特開2008-215182 (JP, A)

特開2010-127229 (JP, A)

特開2006-194125 (JP, A)

特開2010-031851 (JP, A)

特開2008-215230 (JP, A)

特開2006-266253 (JP, A)

特開2011-174459 (JP, A)

特開2011-220164 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02N 11/08

F02D 29/02

F02N 15/00

F02N 15/02