

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5007839号
(P5007839)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	
FO2N 11/08 (2006.01)	FO2N 11/08	V
FO2N 15/00 (2006.01)	FO2N 15/00	E
FO2N 9/04 (2006.01)	FO2N 11/08	M
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2N 9/04	D
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 29/02	3 2 1 A
請求項の数 21 (全 30 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2009-121437 (P2009-121437)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成21年5月19日(2009.5.19)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2010-236533 (P2010-236533A)	(74) 代理人	100098420 弁理士 加古 宗男
(43) 公開日	平成22年10月21日(2010.10.21)		
審査請求日	平成22年3月1日(2010.3.1)	(72) 発明者	奥本 和成 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(31) 優先権主張番号	特願2008-224277 (P2008-224277)	(72) 発明者	加藤 章 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(32) 優先日	平成20年9月2日(2008.9.2)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	千田 崇 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(31) 優先権主張番号	特願2009-54318 (P2009-54318)		
(32) 優先日	平成21年3月8日(2009.3.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 エンジン自動停止始動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が降下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が第1の回転速度よりも高い第1の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開して前記エンジンを再始動させる第1の再始動制御手段と、

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第1の回転速度以下で第2の回転速度よりも高い第2の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンの回転速度を前記リングギヤの回転速度に同期させた後に前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第2の再始動制御手段と、

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第2の回転速度以下の第3の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態

で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第3の再始動制御手段と

を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項2】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が第1の回転速度以下で第2の回転速度よりも高い第2の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンの回転速度を前記リングギヤの回転速度に同期させた後に前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第2の再始動制御手段と、

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第2の回転速度以下の第3の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第3の再始動制御手段と

を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項3】

前記第2の再始動制御手段は、前記リングギヤの回転速度と前記ピニオンの回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になったときに前記ピニオンの回転速度が前記リングギヤの回転速度に同期したと判断する手段を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項4】

前記第2の再始動制御手段は、前記リングギヤのピッチ円上の周速度と前記ピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が ± 3.1 m/秒の範囲内になったときに前記ピニオンの回転速度が前記リングギヤの回転速度に同期したと判断する手段を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項5】

前記スタータには、エンジン回転方向において前記ピニオンから前記モータへ動力を伝達しないワンウェイクラッチが設けられ、

前記第2の再始動制御手段は、前記リングギヤの回転速度が前記ピニオンの回転速度よりも高く且つ前記リングギヤの回転速度と前記ピニオンの回転速度との回転速度差が所定値以下になったときに前記ピニオンの回転速度が前記リングギヤの回転速度に同期したと判断する手段を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項6】

前記所定値は、 200 rpmに設定されていることを特徴とする請求項5に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項7】

前記スタータには、エンジン回転方向において前記ピニオンから前記モータへ動力を伝達しないワンウェイクラッチが設けられ、

前記第2の再始動制御手段は、前記リングギヤのピッチ円上の周速度が前記ピニオンのピッチ円上の周速度よりも高く且つ前記リングギヤのピッチ円上の周速度と前記ピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が3.1m/秒の範囲内になったときに前記ピニオンの回転速度が前記リングギヤの回転速度に同期したと判断する手段を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項8】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

10

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が第1の回転速度よりも高い第1の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開して前記エンジンを再始動させる第1の再始動制御手段と、

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第1の回転速度以下で第2の回転速度よりも高い第2の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときには、前記スタータによるクランキングを行わずに、その後、前記エンジン回転速度が前記第2の回転速度以下の第3の回転速度領域になったときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中で前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第2の再始動制御手段と

20

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第3の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中で前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第3の再始動制御手段と

30

を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項9】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が第1の回転速度以下で第2の回転速度よりも高い第2の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときには、前記スタータによるクランキングを行わずに、その後、前記エンジン回転速度が前記第2の回転速度以下の第3の回転速度領域になったときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中で前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第2の再始動制御手段と、

40

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が前記第3の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータ

50

により前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる第3の再始動制御手段と

を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項10】

前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が0となる直前の所定回転速度まで低下したときに、前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせて、その後、前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載のエンジン自動停止始動制御装置。

10

【請求項11】

前記第1の回転速度は、300～700rpmの範囲内に設定されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項12】

前記第2の回転速度は、50～450rpmの範囲内に設定されていることを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項13】

前記エンジン自動停止要求の発生又は前記エンジンの燃焼停止からの経過時間に基づいて前記エンジン回転速度を推定する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載のエンジン自動停止始動制御装置。

20

【請求項14】

前記モータの通電時間と通電電流のうちの少なくとも一方に基づいて前記ピニオンの回転速度を推定する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載のエンジン自動停止始動制御装置。

【請求項15】

前記再始動制御手段は、前記エンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が0となる直前の所定回転速度まで低下したときに、前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるように前記アクチュエータの通電をオンし、該アクチュエータの通電をオンしてから所定時間が経過したとき又は前記ピニオンと前記リングギヤとの噛合を確認したときに、前記アクチュエータの通電をオフにする手段を有することを特徴とする請求項10又は14に記載のエンジン自動停止始動制御装置。

30

【請求項16】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

40

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中又はエンジン回転が停止する間にエンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返すエンジン揺動期間中に前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記リングギヤの回転速度と前記ピニオンの回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になった後に、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

50

【請求項 17】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中又はエンジン回転が停止する間にエンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返すエンジン揺動期間中に前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記リングギヤのピッチ円上の周速度と前記ピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m/秒 以下になった後に、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

10

【請求項 18】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中又はエンジン回転が停止する間にエンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返すエンジン揺動期間中に前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記リングギヤの回転速度と前記ピニオンの回転速度との回転速度差を $\pm 200 \text{ rpm}$ の範囲内にした後に、前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

20

30

【請求項 19】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中又はエンジン回転が停止する間にエンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返すエンジン揺動期間中に前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記リングギヤのピッチ円上の周速度と前記ピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m/秒 以下にした後に、前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

40

【請求項 20】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータと、エンジン回転方向において前記ピニオンから前記モータへ動力を伝達しないワン

50

ウエイクラッチとが設けられたスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が降下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が所定の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記リングギヤの回転速度が前記ピニオンの回転速度よりも高く且つ前記リングギヤの回転速度と前記ピニオンの回転速度との回転速度差が200rpm以下になった後に、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせると共に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

10

【請求項21】

ピニオンを回転駆動するモータと、前記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向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせるアクチュエータと、エンジン回転方向において前記ピニオンから前記モータへ動力を伝達しないワンウエイクラッチとが設けられたスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、

前記エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が降下するエンジン回転降下期間中に前記エンジン回転速度が所定の回転速度領域で前記エンジン再始動要求が発生したときに、前記リングギヤのピッチ円上の周速度が前記ピニオンのピッチ円上の周速度よりも高く且つ前記リングギヤのピッチ円上の周速度と前記ピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が3.1m/秒以下になった後に、前記モータにより前記ピニオンを回転させることなく前記ピニオンと前記リングギヤとの間に回転速度差がある状態で前記アクチュエータにより前記ピニオンを前記リングギヤに向けて押し出して前記ピニオンを前記リングギヤに噛み合わせると共に前記モータにより前記ピニオンを回転させて前記スタータによるクランキングを開始して前記エンジンを再始動させる再始動制御手段を備えていることを特徴とするエンジン自動停止始動制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置に関する発明である。

【背景技術】

【0002】

近年、エンジン（内燃機関）を搭載した車両においては、燃費節減、排気エミッション低減等を目的として、エンジン自動停止始動制御システム（いわゆるアイドルストップ制御システム）を採用したものがあある。このエンジン自動停止始動制御システムは、例えば、運転者が車両を停車させたときにエンジンを自動的に停止させ、その後、運転者が車両を発進させようとする操作を行ったときに自動的にスタータでエンジンをクランキングして再始動させるようにしている。

40

【0003】

一般に、スタータは、モータでピニオンを回転させると共に、アクチュエータでピニオンを押し出して該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合わせてリングギヤを回転駆動することで、エンジンをクランキングするようになっているが、ピニオンとリングギヤの回転速度の差が大きい状態でピニオンをリングギヤに噛み合わせようとする、ピニオンがリングギヤにスムーズに噛み合わずに騒音が発生する可能性がある。

50

【 0 0 0 4 】

そこで、特許文献 1（特開 2 0 0 2 - 1 2 2 0 5 9 号公報）に記載されているように、エンジン自動停止要求が発生した直後でエンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生した場合には、その後、エンジン回転（リングギヤの回転）がほぼ停止してから、スタータのピニオンをリングギヤに噛み合わせた後にピニオンを回転させて、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ようにしたものがあ

【 0 0 0 5 】

しかし、上記特許文献 1 の技術では、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生した場合に、その後、エンジン回転がほぼ停止するまで待ってから、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ため、エンジン再始動要求からエンジンを再始動させるまでの遅れが大きくなってしまい、運転者にエンジンの再始動が遅いと感じさせてしまう可能性がある。

10

【 0 0 0 6 】

この対策として、特許文献 2（特開 2 0 0 5 - 3 3 0 8 1 3 号公報）や特許文献 3（特開 2 0 0 2 - 7 0 6 9 9 号公報）に記載されているように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後にピニオンをリングギヤに噛み合わせて、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ようにしたものがあ

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 1 2 2 0 5 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 3 3 0 8 1 3 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 2 - 7 0 6 9 9 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記特許文献 2 や上記特許文献 3 の技術では、単に、ピニオンとリングギヤの回転速度を同期した時点でピニオンとリングギヤを噛み合わせるとの記載のみであり、この噛み合せタイミングに関する記載が非常に少なく、良好な噛み合せの実現には、いまだ実用化に達していないといわざるをえない状況である。

30

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生したとしても、スムーズにエンジンの再始動を行うことができるエンジン自動停止始動制御装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明は、ピニオンを回転駆動するモータと、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向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせるアクチュエータとを個別に作動可能なスタータを備え、エンジン自動停止要求が発生したときにエンジンを自動停止させ、エンジン再始動要求が発生したときにエンジンを再始動させるエンジン自動停止始動制御装置において、エンジンの自動停止によりエンジン回転速度が低下するエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第 1 の回転速度よりも高い第 1 の回転速度領域でエンジン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を行わずに燃料噴射を再開してエンジンを再始動させる第 1 の再始動制御手段と、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第 1 の回転速度以下で第 2 の回転速度よりも高い第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに、モータによりピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させた後にアクチュ

40

50

エータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせて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第2の再始動制御手段と、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第2の回転速度以下の第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータによりピニオンを回転させて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第3の再始動制御手段とを備えた構成としたものである。

【0011】

この構成では、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が比較的高い第1の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、スタータによるクランキングを行わなくてもエンジンを再始動できると判断して、スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開してエンジンを再始動させることができる。これにより、エンジン再始動要求が発生したときに、直ちにエンジンの燃焼を再開してエンジンを速やかに再始動させることができる。しかも、スタータによるクランキングを行わないため、スタータの電力消費量を0にすることができると共に、ピニオンとリングギヤの回転速度の差が大きい状態でピニオンをリングギヤに噛み合わせることを回避して、騒音の発生を防止することができる。

【0012】

また、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、リングギヤの回転速度が比較的高いため、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させないと、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせることができないと判断して、モータによりピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後にアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせて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ことができる。これにより、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせて騒音の発生を防止しながら、エンジン再始動要求からエンジンを再始動させるまでの遅れを小さくすることができる。

【0013】

更に、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が比較的低い第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、リングギヤの回転速度が比較的低いため、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させなくても、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせることができると判断して、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータによりピニオンを回転させて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ことができる。これにより、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせて騒音の発生を防止しながら、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させる処理を省略することができるため、その分、スタータによるクランキングの開始を早くしてエンジンを速やかに再始動させることができると共に、スタータの電力消費量を低減することができる。

【0014】

尚、本発明は、第1の再始動制御手段（スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開してエンジンを再始動させる手段）を備えた構成に限定されず、上記請求項1の構成から第1の再始動制御手段を省略した構成（請求項2の構成）としても良い。

【0015】

更に、請求項3のように、第2の再始動制御手段は、リングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になったときにピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断するようにすると良い。このようにすれば、ピ

10

20

30

40

50

ニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断してピニオンをリングギヤに噛み合わせる際の騒音の発生を防止することができる。ここで、リングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差における「回転速度差」とは、「クランク軸に換算した回転速度差」を意味する（以下、同様）。

【0016】

或は、請求項4のように、第2の再始動制御手段は、リングギヤのピッチ円上の周速度とピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が ± 3.1 m / 秒の範囲内になったときにピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断するようにしても良い。このようにしても、前記請求項3とほぼ同じ効果を得ることができる。

【0017】

また、請求項5のように、スタータに、エンジン回転方向においてピニオンからモータへ動力を伝達しないワンウェイクラッチが設けられたシステムの場合には、第2の再始動制御手段は、リングギヤの回転速度がピニオンの回転速度よりも高く且つリングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差が所定値以下になったときにピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断するようにしても良い。このようにすれば、ピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断してピニオンをリングギヤに噛み合わせる際に、リングギヤの回転速度がピニオンの回転速度よりも高いときにピニオンをリングギヤに噛み合わせるが、ワンウェイクラッチが空転してスタータに加わる衝撃を緩和することができ、その後、フリクションによるエンジン回転速度（リングギヤの回転速度）の低下とモータの回転速度（ピニオンの回転速度）の上昇に伴って、リングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差が0になったときに、ワンウェイクラッチがロックしてモータからピニオンへ動力が伝達され始める。このような挙動により、ピニオンをリングギヤに比較的スムーズに噛み合わせることができ、スタータの構成部品への衝撃も少なく、強度的に余裕を持たせることができる。

【0018】

この場合、請求項6のように、所定値は、200 rpmに設定すると良い。このようにすれば、リングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との同期を判断する際の回転速度の検出精度をあまり高くする必要がないため、リングギヤの回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサやピニオンの回転速度を精度良く検出できる高価な回転速度センサを設ける必要がなく、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

【0019】

或は、請求項7のように、スタータにワンウェイクラッチが設けられたシステムの場合に、第2の再始動制御手段は、リングギヤのピッチ円上の周速度がピニオンのピッチ円上の周速度よりも高く且つリングギヤのピッチ円上の周速度とピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m / 秒の範囲内になったときにピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断するようにしても良い。このようにしても、前記請求項5とほぼ同じ効果を得ることができる。

【0020】

本発明は、請求項8のように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、スタータによるクランキングを行わずに、その後、エンジン回転速度が第3の回転速度領域になったときに、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中に、モータによりピニオンを回転させて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第2の再始動制御手段を備えた構成としても良い。

【0021】

このようにすれば、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときにも、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度

10

20

30

40

50

に同期させる処理を省略することができ、スタータの電力消費量を低減することができると共に、エンジン再始動制御を簡単化することができる。この場合、エンジン回転速度が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生しても、その後、エンジン回転速度が第3の回転速度領域になってから、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ことになるが、エンジン回転速度が第2の回転速度領域を通過する時間は比較的短いため、エンジン再始動要求からエンジンを再始動させるまでの遅れを許容範囲内に抑えることができる。

【0022】

尚、本発明は、第1の再始動制御手段（スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開してエンジンを再始動させる手段）を備えた構成に限定されず、上記請求項8の構成から第1の再始動制御手段を省略した構成（請求項9の構成）としても良い。

10

【0023】

ところで、エンジン回転が停止する間際に、圧縮上死点（TDC）の直前で圧縮圧によってエンジンの回転方向が逆転する現象が発生して、エンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返した後にエンジン回転が停止することがある。このようにエンジンの逆回転と正回転を交互に繰り返すエンジン揺動期間中に、ピニオンをリングギヤに噛み合わせようとすると、エンジンの逆回転中（リングギヤの逆回転中）にピニオンがリングギヤに衝突して、ピニオンに過大な衝撃が加わってスタータが破損する可能性があると共に、大きな騒音が発生するという問題がある。

【0024】

20

この対策として、エンジン回転が停止する間際にエンジン再始動要求が発生したときには、エンジン揺動期間が過ぎてエンジン回転がほぼ停止するまで待ってから、ピニオンをリングギヤに噛み合わせて、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ようにすることが考えられるが、このようにすると、エンジン再始動要求からエンジンを再始動させるまでの遅れが大きくなってしまふ。

【0025】

そこで、請求項10のように、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が0となる直前の所定回転速度まで低下したときに、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせて、その後、エンジン再始動要求が発生したときに、モータによりピニオンを回転させて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再始動制御手段を備えた構成としても良い。このようにすれば、エンジン回転が停止する間際のエンジン揺動期間よりも前に、ピニオンをリングギヤに噛み合わせておくことができるので、エンジン揺動期間中にピニオンをリングギヤに噛み合わせることを回避して、スタータの破損や騒音の発生を防止することができる。そして、エンジン回転速度が所定回転速度以下に低下した後にエンジン再始動要求が発生したときに、その時点で、スタータによるクランキングを開始してエンジンを速やかに再始動させることができる。

30

【0027】

この場合、請求項15のように、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が0となる直前の所定回転速度まで低下したときに、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせるようにアクチュエータの通電をオンし、該アクチュエータの通電をオンしてから所定時間が経過したとき又はピニオンとリングギヤとの噛合を確認したときに、アクチュエータの通電をオフにするようにしても良い。このようにすれば、アクチュエータの通電をオンしてから所定時間（例えばピニオンとリングギヤとの噛合が完了するのに必要な時間）が経過したとき又はセンサ等によって実際にピニオンとリングギヤとの噛合を確認したときに、アクチュエータの通電をオフしてもピニオンとリングギヤとを噛合状態に保持できると判断して、アクチュエータの通電をオフすることができ、その後、エンジン再始動要求が発生してスタータに

40

50

よるクランキングを開始するまで、アクチュエータの通電をオフに維持することができ、スタータの電力消費量を低減することができる。

【0028】

また、請求項11のように、第1の回転速度は、300～700rpmの範囲内に設定するようにすると良い。要するに、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第1の回転速度(300～700rpm)よりも高いときには、スタータによるクランキングを行わなくてもエンジンを再始動できるため、第1の回転速度を300～700rpmの範囲内に設定すれば、第1の回転速度(300～700rpm)よりも高い第1の回転速度領域が、スタータによるクランキングを行わずに燃料噴射を再開してエンジンを再始動できる領域となる。

10

【0029】

更に、請求項12のように、第2の回転速度は、50～450rpmの範囲内に設定するようにすると良い。要するに、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が第2の回転速度(50～450rpm)以下に低下すると、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させなくても、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせることができるため、第2の回転速度を50～450rpmの範囲内に設定すれば、第2の回転速度(50～450rpm)以下の第3の回転速度領域が、ピニオンの回転速度をリングギヤの回転速度に同期させなくても、ピニオンをリングギヤにスムーズに噛み合わせることができる領域となる。

【0030】

また、本発明は、エンジンの再始動制御の際にエンジンに設けられたクランク角センサの出力信号に基づいてエンジン回転速度を検出するようにしても良いが、一般的なクランク角センサは、エンジン回転降下期間のエンジン回転速度(つまりアイドル回転速度よりも低いエンジン回転速度)を精度良く検出できないため、エンジンの再始動制御の際にクランク角センサでエンジン回転速度を検出するには、エンジン回転降下期間のエンジン回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサを設ける必要がある。

20

【0031】

そこで、請求項13のように、エンジン自動停止要求の発生又はエンジンの燃焼停止(燃料噴射や点火の停止)からの経過時間に基づいてエンジン回転速度を推定するようにしても良い。一般に、エンジン自動停止要求が発生してエンジンの燃焼が停止されてからの時間経過に伴ってエンジン回転速度が低下するため、エンジン自動停止要求の発生又はエンジンの燃焼停止(燃料噴射や点火の停止)からの経過時間からエンジン回転速度を推定することができる。このようにすれば、エンジン回転降下期間のエンジン回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサを設ける必要がなく、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

30

【0032】

更に、エンジンの再始動制御の際に、モータの回転速度(ピニオンの回転速度)を検出するセンサの出力信号に基づいてピニオンの回転速度を検出するようにしても良いが、請求項14のように、モータの通電時間と通電電流のうちの少なくとも一方に基づいてピニオンの回転速度を推定するようにしても良い。一般に、モータの通電開始後の時間経過に伴ってモータの回転速度が上昇してピニオンの回転速度が上昇し、その際、モータの通電電流(例えばデューティ比)が大きいほどモータの回転速度が速くなってピニオンの回転速度が速くなるため、モータの通電時間(通電開始後の経過時間)や通電電流からピニオンの回転速度を推定することができる。この場合、モータの回転速度(ピニオンの回転速度)を検出するセンサを省略した構成にすることができ、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

40

【0033】

また、前記第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに限定されず、請求項16のように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、リングギヤの回転速度とピニオンの回転

50

速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になった後に、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータによりピニオンを回転させて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ようにしても良い。

【0034】

或は、請求項17のように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、リングギヤのピッチ円上の周速度とピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m/秒以下になった後に、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータによりピニオンを回転させて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ようにしても良い。

10

【0035】

請求項16、17のいずれの場合も、ピニオンをリングギヤに噛み合わせる際の騒音の発生を防止することができる。

【0036】

また、請求項18のように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、モータによりピニオンを回転させてリングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差を ± 200 rpmの範囲内にした後に、ピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせて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ようにしても良い。

20

【0037】

或は、請求項19のように、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、モータによりピニオンを回転させてリングギヤのピッチ円上の周速度とピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m/秒以下にした後に、ピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせて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ようにしても良い。

30

【0038】

請求項18、19のいずれの場合も、ピニオンをリングギヤに噛み合わせる際の騒音の発生を防止することができる。

【0039】

また、前記第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに限定されず、請求項20のように、スタータにワンウェイクラッチが設けられたシステムにおいて、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が所定の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに、リングギヤの回転速度がピニオンの回転速度よりも高く且つリングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差が 200 rpm以下になった後に、モータによりピニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせると共にモータによりピニオンを回転させて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ようにしても良い。

40

【0040】

或は、請求項21のように、スタータにワンウェイクラッチが設けられたシステムにおいて、エンジンの自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が所定の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに、リングギヤのピッチ円上の周速度がピニオンのピッチ円上の周速度よりも高く且つリングギヤのピッチ円上の周速度とピニオンのピッチ円上の周速度との周速度差が 3.1 m/秒以下になった後に、モータによりピ

50

ニオンを回転させることなくピニオンとリングギヤとの間に回転速度差がある状態でアクチュエータによりピニオンをリングギヤに向けて押し出してピニオンをリングギヤに噛み合わせると共にモータによりピニオンを回転させて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ようにしても良い。

【0041】

請求項20、21のいずれの場合も、ピニオンの回転速度がリングギヤの回転速度に同期したと判断してピニオンをリングギヤに噛み合わせる際に、リングギヤの回転速度がピニオンの回転速度よりも高いときにピニオンをリングギヤに噛み合わせるが、ワンウェイクラッチが空転してスタータに加わる衝撃を緩和することができ、その後、フリクションによるエンジン回転速度（リングギヤの回転速度）の低下とモータの回転速度（ピニオンの回転速度）の上昇に伴って、リングギヤの回転速度とピニオンの回転速度との回転速度差が0になったときに、ワンウェイクラッチがロックしてモータからピニオンへ動力が伝達され始める。このような挙動により、ピニオンをリングギヤに比較的スムーズに噛み合わせることができ、スタータの構成部品への衝撃も少なく、強度的に余裕を持たせることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】図1は本発明の実施例1におけるエンジン始動制御システムの概略構成図である。

【図2】図2は実施例1のエンジン再始動制御を説明するタイムチャートである。

20

【図3】図3は第2の再始動制御を説明するタイムチャートである。

【図4】図4は第3の再始動制御を説明するタイムチャートである。

【図5】図5は実施例1のエンジン再始動制御ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図6】図6は実施例2のエンジン再始動制御ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図7】図7は実施例3のエンジン再始動制御を説明するタイムチャートである。

【図8】図8は実施例3のエンジン再始動制御ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図9】図9は実施例4のエンジン再始動制御を説明するタイムチャートである。

30

【図10】図10は実施例4のエンジン再始動制御ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図11】図11は実施例5のエンジン再始動制御を説明するタイムチャートである。

【図12】図12は実施例5のエンジン再始動制御ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図13】図13はピニオンとリングギヤの噛み合い時の音圧を測定した結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0044】

以下、本発明を実施するための形態を具体化した幾つかの実施例を説明する。

40

【実施例1】

【0045】

本発明の実施例1を図1乃至図5に基づいて説明する。

まず、図1に基づいてエンジン始動制御システムの概略構成を説明する。

スタータ11は、いわゆるピニオン押し出し式スタータであり、モータ12と、このモータ12によって回転駆動されるピニオン13と、このピニオン13を押し出す電磁アクチュエータ14等を備えた構成となっている。ピニオン13は、軸方向に移動可能に設けられている。電磁アクチュエータ14には、プランジャ15と、このプランジャ15を駆動するソレノイド16が設けられ、プランジャ15の駆動力がレバー17等を介してピニオン13に伝達されるようになっている。

50

【 0 0 4 6 】

また、バッテリー 1 8 と電磁アクチュエータ 1 4 との間には、リレー 1 9 が設けられ、E C U 2 0 (エンジン制御回路) によってリレー 1 9 をオンして電磁アクチュエータ 1 4 の通電をオンすることで、プランジャ 1 5 をピニオン押出方向に移動させてピニオン 1 3 を押し出して、該ピニオン 1 3 をエンジン 2 1 のクランク軸 2 2 に連結されたリングギヤ 2 3 に噛み合わせるようになっている。

【 0 0 4 7 】

更に、バッテリー 1 8 とモータ 1 2 との間には、機械式のリレー 2 5 と、このリレー 2 5 をオン / オフするためのスイッチング素子 2 4 が設けられ、E C U 2 0 によってスイッチング素子 2 4 をオンしてリレー 2 5 をオンすることで、モータ 1 2 の通電をオンしてピニオン 1 3 を回転駆動するようになっている。

10

【 0 0 4 8 】

E C U 2 0 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された R O M (記憶媒体) に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じてエンジン 2 1 の燃料噴射量や点火時期を制御する。

【 0 0 4 9 】

また、E C U 2 0 は、図示しないエンジン自動停止始動制御ルーチンを実行することで、エンジン自動停止始動制御 (いわゆるアイドルストップ制御) を実行する。このエンジン自動停止始動制御では、車両の走行中に運転者が減速操作 (アクセル全閉、ブレーキ操作等) を行って減速要求が発生したときや、車両を停車させたときにエンジン自動停止要求が発生したと判断して、エンジン 2 1 の燃焼 (燃料噴射及び / 又は点火) を停止させてエンジン 2 1 を自動的に停止させる。その後、車両の走行中に減速要求が解除されたときや、車両の停止中に運転者が車両発進のための準備操作 (ブレーキ解除、シフトレバー操作等) や発進操作 (アクセル踏み込み等) を行ったときにエンジン再始動要求が発生したと判断して、エンジン 2 1 を再始動させる。

20

【 0 0 5 0 】

その際、本実施例 1 では、E C U 2 0 により後述する図 5 のエンジン再始動制御ルーチンを実行することで、エンジン 2 1 の再始動制御を次のようにして行う。

図 2 のタイムチャートに示すように、エンジン運転中にエンジン自動停止要求が発生すると、エンジン 2 1 の燃焼が停止されてエンジン 2 1 が自動停止される。

30

【 0 0 5 1 】

(1) エンジン 2 1 の自動停止によりエンジン回転速度 N_e が低下するエンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 N_1 (例えば 5 0 0 r p m) よりも高い第 1 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、スタータ 1 1 によるクランキングを行わなくてもエンジン 2 1 を再始動できると判断して、第 1 の再始動制御を実行する。この第 1 の再始動制御では、スタータ 1 1 によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン 2 1 を再始動させる。

【 0 0 5 2 】

これにより、エンジン再始動要求が発生したときに、直ちにエンジン 2 1 の燃焼を再開してエンジン 2 1 を速やかに再始動させることができる。しかも、スタータ 1 1 によるクランキングを行わないため、スタータ 1 1 の電力消費量を 0 にできると共に、ピニオン 1 3 とリングギヤ 2 3 の回転速度の差が大きい状態でピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせることを回避して、騒音の発生を防止することができる。

40

【 0 0 5 3 】

(2) エンジン 2 1 の自動停止によるエンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 N_1 以下で第 2 の回転速度 N_2 (例えば 2 5 0 r p m) よりも高い第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、リングギヤ 2 3 の回転速度が比較的高いため、ピニオン 1 3 の回転速度をリングギヤ 2 3 の回転速度に同期させないと、ピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 にスムーズに噛み合わせるできないと判断して、第 2 の再始動制御を実行する。この第 2 の再始動制御では、モータ 1 2 によりピニオン 1

50

3の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に向けて押し出してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。

【0054】

具体的には、図3に示すように、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した時点 t_1 で、モータ12の通電をオンしてモータ12によりピニオン13を回転させ、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になった時点 t_2 で、ピニオン13の回転速度がリングギヤ23の回転速度に同期したと判断して、電磁アクチュエータ14の通電をオンしてピニオン13をリングギヤ23に向けて押し出してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。ここで、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差における「回転速度差」とは、「クランク軸22に換算した回転速度差」を意味する(以下、同様)。

【0055】

このようにすれば、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせて騒音の発生を防止しながら、エンジン再始動要求からエンジン21を再始動させるまでの遅れを少なくすることができる。しかも、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との同期を判断する際の回転速度の検出精度をあまり高くする必要がないため、例えば、リングギヤ23の回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサやピニオン13の回転速度を精度良く検出できる高価な回転速度センサを設ける必要がなく、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

【0056】

本実施例1では、リングギヤ23の直径(歯先の外径)が300mmで、ピニオン13の直径(歯先の外径)が30mmである。この場合、例えば、リングギヤ23の回転速度が300rpmで、ピニオン13の回転速度が1000rpmのときに、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差(クランク軸22に換算した回転速度差)が200rpmになる。このとき、リングギヤ23の直径が300mmで回転速度が300rpmであるため、リングギヤ23のピッチ円上(ピニオン13の歯車ところがり接触する仮想の円上)の周速度は約4.7m/秒となる。また、ピニオン13の直径が30mmで回転速度が1000rpmであるため、ピニオン13のピッチ円上(リングギヤ23の歯車ところがり接触する仮想の円上)の周速度は約1.6m/秒となる。これにより、リングギヤ23のピッチ円上の周速度とピニオン13のピッチ円上の周速度との周速度差は約3.1m/秒となる。従って、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になるとは、リングギヤ23のピッチ円上の周速度とピニオン13のピッチ円上の周速度との周速度差が ± 3.1 m/秒の範囲内になることである。

【0057】

本発明者は、ピニオン13とリングギヤ23の噛み合い時の音圧を測定する試験を行ったので、その試験結果を図13に示す。この試験は、直径300mmのリングギヤ23と直径30mmのピニオン13を用いて、ピニオン13とリングギヤ23を噛み合わせる際のリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差を変化させて、回転速度差毎にピニオン13とリングギヤ23の噛み合い時の音圧を測定した。また、ピニオン13とリングギヤ23の噛み合い時の音圧は、噛み合い位置から15cm離れた位置にマイクを設置して測定した。

【0058】

図13に示す試験結果より、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が ± 250 rpmの範囲内の場合、好ましくはリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内(つまりリングギヤ23のピッチ円上の周速度とピニオン13のピッチ円上の周速度との周速度差が ± 3.1 m/

10

20

30

40

50

秒の範囲内)の場合に、ピニオン13とリングギヤ23の噛み合い時の音圧を十分に低減できることが確認された。

【0059】

尚、スタータ11に、エンジン回転方向においてモータ12からピニオン13へ動力を伝達するが、ピニオン13からモータ12へ動力を伝達しないワンウェイクラッチが設けられたシステムの場合には、第2の再始動制御の際に、リングギヤ23の回転速度がピニオン13の回転速度よりも高く且つリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が所定値(例えば200rpm)以下になったときにピニオン13の回転速度がリングギヤ23の回転速度に同期したと判断するようにしても良い。ここで、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が200rpm以下になるとは、リングギヤ23のピッチ円上の周速度とピニオン13のピッチ円上の周速度との周速度差が3.1m/秒以下になることである。

10

【0060】

このようにすれば、ピニオン13の回転速度がリングギヤ23の回転速度に同期したと判断してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせる際に、リングギヤ23の回転速度がピニオン13の回転速度よりも高いときにピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせるが、ワンウェイクラッチが空転してスタータ11に加わる衝撃を緩和することができ、その後、フリクションによるエンジン回転速度(リングギヤ23の回転速度)の低下とモータ12の回転速度(ピニオン13の回転速度)の上昇に伴って、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が0になったときに、ワンウェイクラッチがロックしてモータ12からピニオン13へ動力が伝達され始める。このような挙動により、ピニオン13をリングギヤ23に比較的スムーズに噛み合わせることができ、スタータ11の構成部品への衝撃も少なく、強度的に余裕を持たせることができる。

20

【0061】

(3) エンジン21の自動停止によるエンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 以下の第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、リングギヤ23の回転速度が比較的低いいため、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させなくても、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせることができると判断して、第3の再始動制御を実行する。この第3の再始動制御では、モータ12によりピニオン13を回転させることなくピニオン13とリングギヤ23との間に回転速度差がある状態で電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に向けて押し出してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ12によりピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。

30

【0062】

具体的には、図4に示すように、エンジン回転速度 N_e が第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した時点 t_3 で、モータ12によりピニオン13を回転させることなくピニオン13とリングギヤ23との間に回転速度差がある状態で電磁アクチュエータ14の通電をオンしてピニオン13をリングギヤ23に向けて押し出してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせ、ピニオン13とリングギヤ23の噛み合わせが完了した時点 t_4 又はその噛み合わせの途中の時点で、モータ12の通電をオンしてモータ12によりピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。尚、以下の説明では、「電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせる」とは、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に向けて押し出してピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせる一連の動作を意味する。

40

【0063】

このようにすれば、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせて騒音の発生を防止しながら、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させる処理を省略することができるため、その分、スタータ11によるクランキングの開始を早く

50

してエンジン 21 を速やかに再始動させることができると共に、スタータ 11 の電力消費量を低減することができる。

【0064】

尚、エンジン 21 の再始動制御の際に、エンジン回転速度 N_e (リングギヤ 23 の回転速度) は、例えば、エンジン自動停止要求の発生 (又はエンジン 21 の燃焼停止) からの経過時間をパラメータとするエンジン回転速度 N_e のマップを参照して、エンジン自動停止要求の発生 (又はエンジン 21 の燃焼停止) からの経過時間に応じたエンジン回転速度 N_e を推定 (算出) する。エンジン回転速度 N_e のマップは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU 20 のROM に記憶されている。一般に、エンジン自動停止要求が発生してエンジン 21 の燃焼が停止されてからの時間経過に伴ってエンジン回転速度 N_e が低下するため、エンジン自動停止要求の発生 (又はエンジン 21 の燃焼停止) からの経過時間からエンジン回転速度 N_e を推定することができる。

10

【0065】

また、ピニオン 13 の回転速度は、例えば、モータ 12 の通電時間 (通電開始後の経過時間) と通電電流 (例えばデューティ比) とをパラメータとするピニオン 13 の回転速度のマップを参照して、モータ 12 の通電時間と通電電流とに応じたピニオン 13 の回転速度を推定 (算出) する。ピニオン 13 の回転速度のマップは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU 20 のROM に記憶されている。一般に、モータ 12 の通電開始後の時間経過に伴ってモータ 12 の回転速度が上昇してピニオン 13 の回転速度が上昇し、その際、モータ 12 の通電電流が大きいほどモータ 12 の回転速度が速くなってピニオン 13 の回転速度が速くなるため、モータの通電時間や通電電流からピニオン 13 の回転速度を推定することができる。

20

【0066】

以上説明した本実施例 1 のエンジン 21 の再始動制御は、ECU 20 によって図 5 のエンジン再始動制御ルーチンに従って実行される。以下、図 5 のエンジン再始動制御ルーチンの処理内容を説明する。

【0067】

図 5 に示すエンジン再始動制御ルーチンは、ECU 20 の電源オン中に所定周期で繰り返し実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 101 で、エンジン自動停止制御中 (例えば、エンジン 21 の燃焼停止から再始動制御が開始されるまでの期間) であるか否かを判定し、エンジン自動停止制御中ではないと判定されれば、ステップ 102 以降の再始動制御に関する処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

30

【0068】

一方、上記ステップ 101 で、エンジン自動停止制御中であると判定された場合には、ステップ 102 以降の再始動制御に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ 102 で、エンジン再始動要求が発生したか否かを判定し、エンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、ステップ 103 に進み、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 N_1 よりも高いか否かによって、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度領域であるか否かを判定する。

【0069】

ここで、第 1 の回転速度 N_1 は、例えば 300 ~ 700 rpm の範囲内 (本実施例 1 では 500 rpm) に設定されている。エンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 N_1 (300 ~ 700 rpm) よりも高いときには、スタータ 11 によるクランキングを行わなくても燃焼 (燃料噴射・点火) を再開するだけでエンジン 21 を再始動できるため、第 1 の回転速度 N_1 を 300 ~ 700 rpm の範囲内に設定すれば、第 1 の回転速度 N_1 (300 ~ 700 rpm) よりも高い第 1 の回転速度領域が、スタータ 11 によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン 21 を再始動できる領域となる。

40

【0070】

このステップ 103 で、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 N_1 よりも高いと判定

50

された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第1の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、スタータ11によるクランキングを行わなくてもエンジン21を再始動できると判断して、ステップ104に進み、第1の再始動制御を実行する。この第1の再始動制御では、スタータ11によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン21を再始動させる。このステップ104の処理が特許請求の範囲でいう第1の再始動制御手段としての役割を果たす。

【0071】

この後、ステップ105に進み、エンジン21の始動が完了したか否かを、例えばエンジン回転速度 N_e が始動完了判定値を越えたか否かによって判定し、エンジン21の始動が完了していないと判定された場合には、上記ステップ103に戻り、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度領域であれば、第1の再始動制御を継続する（ステップ103、104）。その後、ステップ105で、エンジン21の始動が完了したと判定されれば、本ルーチンを終了する。

10

【0072】

一方、上記ステップ103で、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度 $N1$ 以下であると判定された場合には、ステップ106に進み、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 $N2$ よりも高いか否かによって、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度領域であるか第3の回転速度領域であるかを判定する。

【0073】

ここで、第2の回転速度 $N2$ は、例えば50～450rpmの範囲内（本実施例1では250rpm）に設定されている。エンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 $N2$ （50～450rpm）以下に低下すれば、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させなくても、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせることができるため、第2の回転速度を50～450rpmの範囲内に設定すれば、第2の回転速度 $N2$ （50～450rpm）以下の第3の回転速度領域が、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させなくても、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせることができる領域となる。

20

【0074】

このステップ106で、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 $N2$ よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、リングギヤ23の回転速度が比較的高いため、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させないと、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせることができないと判断して、ステップ107に進み、第2の再始動制御を実行する。この第2の再始動制御では、モータ12によりピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後に電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。このステップ107の処理が特許請求の範囲でいう第2の再始動制御手段としての役割を果たす。

30

【0075】

この後、ステップ108に進み、エンジン21の始動が完了したか否かを判定し、エンジン21の始動が完了したと判定されれば、本ルーチンを終了するが、エンジン21の始動が完了していないと判定されれば、ステップ109に進む。

40

【0076】

一方、上記ステップ106で、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 $N2$ 以下であると判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、リングギヤ23の回転速度が比較的低いため、ピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させなくても、ピニオン13をリングギヤ23にスムーズに噛み合わせることができると判断して、ステップ109に進み、第3の再始動制御を実行する。この第3の再始動制御では、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ12によ

50

りピニオン 13 を回転させてスタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を再始動させる。このステップ 109 の処理が特許請求の範囲でいう第 3 の再始動制御手段としての役割を果たす。

【0077】

この後、ステップ 110 に進み、エンジン 21 の始動が完了したか否かを判定し、エンジン 21 の始動が完了していないと判定された場合には、上記ステップ 109 に戻り、第 3 の再始動制御を継続する。その後、ステップ 110 で、エンジン 21 の始動が完了したと判定されれば、本ルーチンを終了する。

【0078】

以上説明した本実施例 1 では、エンジン 21 の自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、スタータ 11 によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン 21 を再始動させる第 1 の再始動制御を実行し、エンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、ピニオン 13 の回転速度をリングギヤ 23 の回転速度に同期させた後にピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせてスタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を再始動させる第 2 の再始動制御を実行し、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、ピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせた後又はピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせる途中にピニオン 13 を回転させてスタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を再始動させる第 3 の再始動制御を実行するようにしたので、エンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生した場合に、そのときのエンジン回転速度 N_e に応じた適正なエンジン再始動制御を行うことができ、エンジン 21 の再始動の遅れや騒音の発生を防止できると共に、スタータ 11 の電力消費量を低減することができる。

【0079】

また、本実施例 1 では、エンジン再始動制御の際に、エンジン自動停止要求の発生（又はエンジン 21 の燃焼停止）からの経過時間に基づいてエンジン回転速度を推定するようにしたので、例えば、エンジン回転降下期間のエンジン回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサを設ける必要がなく、更に、モータ 12 の通電時間と通電電流とに基づいてピニオン 13 の回転速度を推定するようにしたので、モータ 12 の回転速度（ピニオン 13 の回転速度）を検出するセンサを省略した構成にすることができ、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

【実施例 2】

【0080】

次に、図 6 を用いて本発明の実施例 2 を説明する。但し、前記実施例 1 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1 と異なる部分について説明する。

【0081】

本実施例 2 では、ECU 20 により後述する図 6 のエンジン再始動制御ルーチンを実行することで、エンジン 21 の自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、前記実施例 1 とは異なる第 2 の再始動制御を実行する。この第 2 の再始動制御では、スタータ 11 によるクランキングを行わずに、その後、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度領域になったときに、電磁アクチュエータ 14 によりピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ 12 によりピニオン 13 を回転させてスタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を再始動させるようにしている。

【0082】

以下、本実施例 2 で ECU 20 が実行する図 6 のエンジン再始動制御ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンでは、まず、エンジン自動停止制御中にエンジン再始動要求が発生したか否かを判定し（ステップ 101、102）、エンジン自動停止制御中にエンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、ステップ 103 に進み、エンジン回転速度

10

20

30

40

50

Ne が第 1 の回転速度 N1 よりも高いか否かによって、エンジン回転速度 Ne が第 1 の回転速度領域であるか否かを判定する。

【 0 0 8 3 】

このステップ 1 0 3 で、エンジン回転速度 Ne が第 1 の回転速度 N1 よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 Ne が第 1 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、第 1 の再始動制御を実行して、スタータ 1 1 によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン 2 1 を再始動させる（ステップ 1 0 4、1 0 5）。

【 0 0 8 4 】

一方、上記ステップ 1 0 3 で、エンジン回転速度 Ne が第 1 の回転速度 N1 以下であると判定された場合には、ステップ 1 0 6 a に進み、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度 N2 以下であるか否かを判定する。

10

【 0 0 8 5 】

このステップ 1 0 6 a で、エンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度 N2 よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、スタータ 1 1 によるクランキングを行わずに、その後、ステップ 1 0 6 a で、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度 N2 以下になったと判定されたとき（つまりエンジン回転速度 Ne が第 3 の回転速度領域まで低下したとき）に、ステップ 1 0 7 a に進み、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ 1 2 によりピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させることで、第 2 の再始動制御を実行する。

20

【 0 0 8 6 】

これに対して、上記ステップ 1 0 6 a で、エンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度 N2 以下であると判定された場合（つまりエンジン回転速度 Ne が第 3 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、その時点で、ステップ 1 0 7 a に進み、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ 1 2 によりピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させることで、第 3 の再始動制御を実行する。

30

【 0 0 8 7 】

この後、ステップ 1 0 8 に進み、エンジン 2 1 の始動が完了したか否かを判定し、エンジン 2 1 の始動が完了していないと判定された場合には、上記ステップ 1 0 7 a に戻り、第 2 又は第 3 の再始動制御を継続し、その後、ステップ 1 0 8 で、エンジン 2 1 の始動が完了したと判定されれば、本ルーチンを終了する。

【 0 0 8 8 】

以上説明した本実施例 2 では、エンジン 2 1 の自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときには、スタータ 1 1 によるクランキングを行わずに、その後、エンジン回転速度 Ne が第 3 の回転速度領域になったときに、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ 1 2 によりピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させるようにしたので、エンジン回転降下期間中にエンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときにも、ピニオン 1 3 の回転速度をリングギヤ 2 3 の回転速度に同期させる処理を省略することができ、スタータ 1 1 の電力消費量を低減することができる。この場合、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生しても、その後、エンジン回転速度 Ne が第 3 の回転速度領域になってから、スタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させることになるが、エンジン回転速度 Ne が第 2 の回転速度領域を通過する時間は比較的短いため、エンジン再始動要求からエンジン 2 1 を再始動させ

40

50

るまでの遅れを許容範囲内に抑えることができる。

【実施例 3】

【0089】

次に、図 7 及び図 8 を用いて本発明に関連する参考例としての実施例 3を説明する。但し、前記実施例 1 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1 と異なる部分について説明する。

【0090】

本実施例 3 では、ECU 20 により後述する図 8 のエンジン再始動制御ルーチンを実行することで、図 7 のタイムチャートに示すように、エンジン 21 の自動停止によるエンジン回転降下期間中に、エンジン再始動要求が発生せずにエンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 $N3$ まで低下したときには、第 4 の再始動制御を実行する。この第 4 の再始動制御では、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 $N3$ まで低下したときに、電磁アクチュエータ 14 によりピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせて、その後、エンジン再始動要求が発生したときに、モータ 12 によりピニオン 13 を回転させてスタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を再始動させるようにしている。

【0091】

このようにすれば、エンジン回転が停止する間際のエンジン揺動期間（エンジン 21 の逆回転と正回転を交互に繰り返す期間）よりも前に、ピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせておくことができるので、エンジン揺動期間中にピニオン 13 をリングギヤ 23 に噛み合わせることを回避して、スタータ 11 の破損や騒音の発生を防止することができる。そして、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 $N3$ 以下に低下した後にエンジン再始動要求が発生したときに、その時点で、スタータ 11 によるクランキングを開始してエンジン 21 を速やかに再始動させることができる。

【0092】

以下、本実施例 3 で ECU 20 が実行する図 8 のエンジン再始動制御ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンでは、まず、ステップ 101 で、エンジン自動停止制御中であるか否かを判定し、エンジン自動停止制御中であると判定されれば、ステップ 101a に進み、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 $N3$ （例えば 100 rpm）よりも高いか否かを判定する。

【0093】

このステップ 101a で、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 $N3$ よりも高いと判定された場合には、ステップ 102 に進み、エンジン再始動要求が発生したか否かを判定し、エンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、ステップ 103 に進み、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 $N1$ よりも高いか否かによって、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度領域であるか否かを判定する。

【0094】

このステップ 103 で、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 $N1$ よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、第 1 の再始動制御を実行して、スタータ 11 によるクランキングを行わずに燃料噴射及び点火を再開してエンジン 21 を再始動させる（ステップ 104、105）。

【0095】

一方、上記ステップ 103 で、エンジン回転速度 N_e が第 1 の回転速度 $N1$ 以下であると判定された場合には、ステップ 106 に進み、エンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度 $N2$ よりも高いか否かによって、エンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度領域であるか第 3 の回転速度領域であるかを判定する。

【0096】

このステップ 106 で、エンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度 $N2$ よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、第 2 の再始動制御を実行して、モータ 12 によりピニオン 13 の回

10

20

30

40

50

転速度をリングギヤ 2 3 の回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後に電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させる (ステップ 1 0 7、1 0 8)

【 0 0 9 7 】

一方、上記ステップ 1 0 6 で、エンジン回転速度 N_e が第 2 の回転速度 N_2 以下であると判定された場合 (つまりエンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合) には、第 3 の再始動制御を実行して、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ 1 2 によりピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させる (ステップ 1 0 9、1 1 0)。

10

【 0 0 9 8 】

これに対して、上記ステップ 1 0 1 a で、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 N_3 以下であると判定された場合 (つまりエンジン再始動要求が発生せずにエンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 N_3 以下に低下した場合) には、ステップ 1 1 1 に進み、第 4 の再始動制御を実行する。この第 4 の再始動制御では、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 N_3 まで低下したときに、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせて、その後、エンジン再始動要求が発生したときに、モータ 1 2 によりピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させる。

20

【 0 0 9 9 】

以上説明した本実施例 3 では、第 4 の再始動制御により、エンジン 2 1 の自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生せずにエンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 N_3 まで低下したときに、ピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせるようにしたので、エンジン回転が停止する間際のエンジン揺動期間 (エンジン 2 1 の逆回転と正回転を交互に繰り返す期間) よりも前に、ピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせることができ、エンジン揺動期間中にピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせることが回避して、スタータ 1 1 の破損や騒音の発生を防止できる。そして、その後、エンジン再始動要求が発生したときに、ピニオン 1 3 を回転させてスタータ 1 1 によるクランキングを開始してエンジン 2 1 を再始動させるようにしたので、エンジン 2 1 を速やかに再始動させることができる。

30

【 0 1 0 0 】

尚、本実施例 3 は、前記実施例 1 (第 1 ~ 第 3 の再始動制御を実行する実施例) に第 4 の再始動制御を組み合わせた実施例であるが、前記実施例 2 (実施例 1 とは異なる第 2 の再始動制御を実行する実施例) に第 4 の再始動制御を組み合わせるようにしても良い。

【 実施例 4 】

【 0 1 0 1 】

次に、図 9 及び図 1 0 を用いて本発明に関連する参考例としての実施例 4 を説明する。

前記実施例 3 では、第 1 ~ 第 4 の再始動制御を実行するようにしたが、本実施例 4 では、ECU 2 0 により後述する図 1 0 のエンジン再始動制御ルーチンを実行することで、図 9 のタイムチャートに示すように、第 1 ~ 第 3 の再始動制御を実行せずに、第 4 の再始動制御のみを実行するようになっている。

40

【 0 1 0 2 】

更に、本実施例 4 の第 4 の再始動制御では、エンジン 2 1 の自動停止によるエンジン回転降下期間中に、エンジン回転速度 N_e が第 3 の回転速度 N_3 まで低下した時点 t_5 で、電磁アクチュエータ 1 4 によりピニオン 1 3 をリングギヤ 2 3 に噛み合わせるように電磁アクチュエータ 1 4 の通電をオンし、該電磁アクチュエータ 1 4 の通電をオンしてから所定時間 (例えばピニオン 1 3 とリングギヤ 2 3 との噛み合わせが完了するのに必要な時間) が経過した時点 t_6 で、電磁アクチュエータ 1 4 の通電をオフしてもピニオン 1 3 とリングギヤ 2 3 とを噛み合わせ状態に保持できると判断して、電磁アクチュエータ 1 4 の通電をオフにす

50

る。その後、エンジン再始動要求が発生した時点で、電磁アクチュエータ14の通電をオンすると共に、モータ12の通電をオンしてピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。

【0103】

以下、本実施例4でECU20が実行する図10のエンジン再始動制御ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンでは、まず、ステップ201で、エンジン自動停止制御中であるか否かを判定し、エンジン自動停止制御中であると判定されれば、ステップ202に進み、エンジン回転速度 N_e が第3の回転速度 N_3 （例えば100rpm）以下であるか否かを判定する。

【0104】

このステップ202で、エンジン回転速度 N_e が第3の回転速度 N_3 以下であると判定されたときに、ステップ203に進み、第4の再始動制御を実行する。この第4の再始動制御では、エンジン回転速度 N_e が第3の回転速度 N_3 まで低下した時点で、電磁アクチュエータ14の通電をオンし、該電磁アクチュエータ14の通電をオンしてから所定時間（例えばピニオン13とリングギヤ23との噛合が完了するのに必要な時間）が経過した時点で、電磁アクチュエータ14の通電をオフしてもピニオン13とリングギヤ23との噛合を保持できると判断して、電磁アクチュエータ14の通電をオフにする。その後、エンジン再始動要求が発生した時点で、電磁アクチュエータ14の通電をオンすると共に、モータ12の通電をオンしてピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる。

【0105】

以上説明した本実施例4では、第4の再始動制御により、エンジン回転速度 N_e が第3の回転速度 N_3 まで低下した時点で電磁アクチュエータ14の通電をオンし、該電磁アクチュエータ14の通電をオンしてから所定時間が経過した時点で電磁アクチュエータ14の通電をオフするようにしたので、その後、エンジン再始動要求が発生してスタータ11によるクランキングを開始するまで、電磁アクチュエータ14の通電をオフに維持することができ、スタータ11の電力消費量を低減することができる。

【0106】

尚、本実施例4では、第4の再始動制御の際に、電磁アクチュエータ14の通電をオンした後に、電磁アクチュエータ14の通電をオンしてから所定時間が経過した時点で電磁アクチュエータ14の通電をオフするようにしたが、例えば、ピニオン13とリングギヤ23との噛合を確認可能なセンサを設け、このセンサで実際にピニオン13とリングギヤ23との噛合を確認した時点で電磁アクチュエータ14の通電をオフするようにしても良い。

【0107】

また、前記実施例3においても、第4の再始動制御の際に、電磁アクチュエータ14の通電をオンした後に、電磁アクチュエータ14の通電をオンしてから所定時間が経過した時点又はセンサで実際にピニオン13とリングギヤ23との噛合を確認した時点で電磁アクチュエータ14の通電をオフするようにしても良い。

【実施例5】

【0108】

次に、図11及び図12を用いて本発明の実施例5を説明する。

前記実施例1では、第1～第3の再始動制御を実行するようにしたが、本実施例5では、ECU20により後述する図12のエンジン再始動制御ルーチンを実行することで、図11のタイムチャートに示すように、第1の再始動制御を実行せずに、第2の再始動制御と第3の再始動制御を実行するようにしている。

【0109】

以下、本実施例5でECU20が実行する図12のエンジン再始動制御ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンでは、まず、エンジン自動停止制御中にエンジン再始動要求が発生したか否かを判定し（ステップ301、302）、エンジン自動停止制御中にエン

10

20

30

40

50

ジン再始動要求が発生したと判定された時点で、ステップ303に進み、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度 N_1 以下であるか否かを判定する。

【0110】

このステップ303で、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度 N_1 よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第1の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、第1の再始動制御を実行せずに、その後、ステップ303で、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度 N_1 以下になったと判定されたときに、ステップ304に進み、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 よりも高いか否かを判定し、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 よりも高いと判定されれば、ステップ305に進み、第2の再始動制御を実行して、モータ12によりピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後に電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる（ステップ305、306）。

10

【0111】

これに対して、上記ステップ303で、エンジン回転速度 N_e が第1の回転速度 N_1 以下であると判定された場合には、ステップ304に進み、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 よりも高いか否かを判定する。このステップ304で、エンジン再始動要求が発生したと判定された時点で、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 よりも高いと判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、ステップ305に進み、第2の再始動制御を実行して、モータ12によりピニオン13の回転速度をリングギヤ23の回転速度に同期させて両者の回転速度の差を小さくした後に電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる（ステップ305、306）。

20

【0112】

一方、上記ステップ304で、エンジン回転速度 N_e が第2の回転速度 N_2 以下であると判定された場合（つまりエンジン回転速度 N_e が第3の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生した場合）には、ステップ307に進み、第3の再始動制御を実行して、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ12によりピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させる（ステップ307、308）。

30

【0113】

以上説明した本実施例5においても、エンジン回転降下期間中にエンジン再始動要求が発生した場合に、そのときのエンジン回転速度 N_e に応じた適正なエンジン再始動制御を行うことができ、エンジン21の再始動の遅れや騒音の発生を防止できると共に、スタータ11の電力消費量を低減することができる。

【0114】

尚、本実施例5では、前記実施例1で説明した第2の再始動制御を実行するようにしたが、前記実施例2で説明した第2の再始動制御（実施例1とは異なる第2の再始動制御）を実行するようにしても良い。

40

【0115】

また、本発明は、前記第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに限定されず、エンジン21の自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中にエンジン再始動要求が発生したときに、エンジン回転速度の降下によってリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が ± 200 rpmの範囲内になった後に、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせた後又はその噛み合わせの途中にモータ12によりピニオン13を回転させてスタータ11によるクランキングを開始してエンジン21を再始動させるようにしても良い。

【0116】

或は、エンジン21の自動停止によるエンジン回転降下期間中又はエンジン揺動期間中

50

にエンジン再始動要求が発生したときに、モータ12によりピニオン13を回転させてリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差を ± 200 rpmの範囲にした後に、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせてスタータ11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ようにしても良い。

【0117】

いずれの場合も、ピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせる際の騒音の発生を防止することができると共に、リングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との同期を判断する際の回転速度の検出精度をあまり高くする必要がないため、例えば、リングギヤ23の回転速度を精度良く検出できる高価なクランク角センサやピニオン13の回転速度を精度良く検出できる高価な回転速度センサを設ける必要がなく、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

10

【0118】

また、前記第2の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに限定されず、スタータ11にワンウェイクラッチが設けられたシステムにおいて、エンジン21の自動停止によるエンジン回転降下期間中にエンジン回転速度が所定の回転速度領域でエンジン再始動要求が発生したときに、リングギヤ23の回転速度がピニオン13の回転速度よりも高く且つリングギヤ23の回転速度とピニオン13の回転速度との回転速度差が 200 rpm以下になった後に、電磁アクチュエータ14によりピニオン13をリングギヤ23に噛み合わせると共にモータ12によりピニオン13を回転させてスタータ11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ようにしても良い。

20

【0120】

更に、本発明は、エンジン再始動制御の際に、クランク角センサの出力信号に基づいてエンジン回転速度を検出するようにしたり、モータの回転速度(ピニオン13の回転速度)を検出するセンサの出力信号に基づいてピニオン13の回転速度を検出するようにしても良い。

【0121】

その他、本発明は、エンジン始動制御システムの構成を適宜変更しても良い等、要旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施できる。

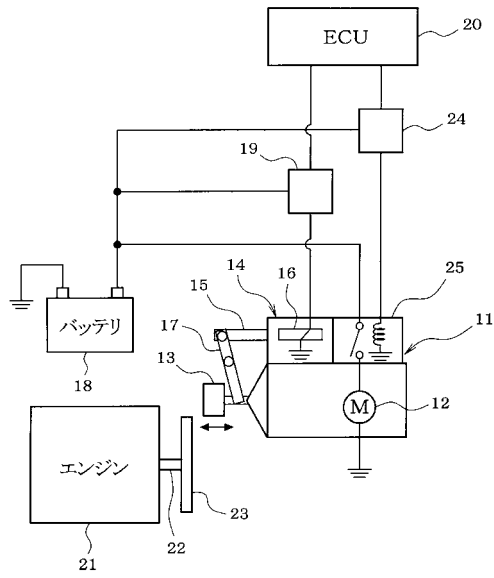
【符号の説明】

30

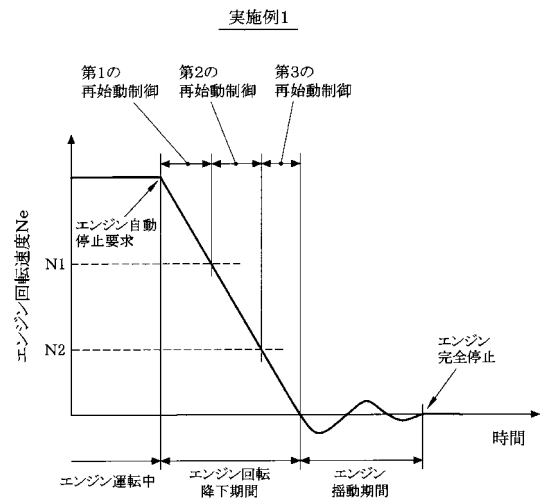
【0122】

11...スタータ、12...モータ、13...ピニオン、14...電磁アクチュエータ、18...バッテリー、19...リレー、20...ECU(再始動制御手段)、21...エンジン、22...クランク軸、23...リングギヤ、24...スイッチング素子、25...リレー

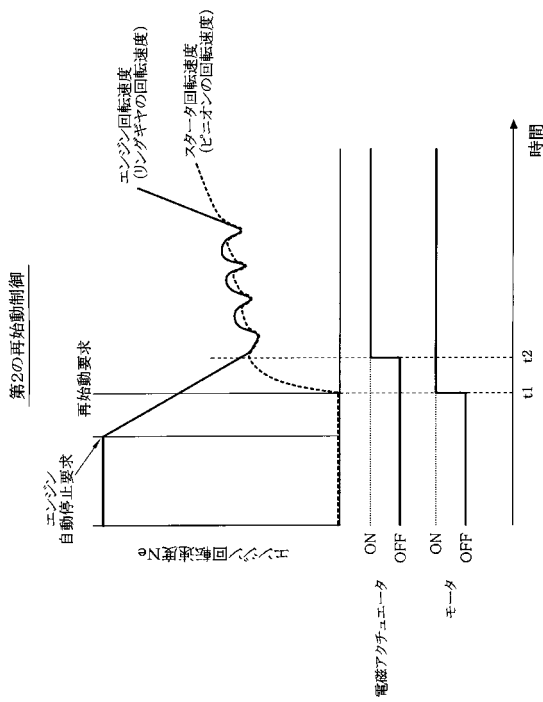
【図1】



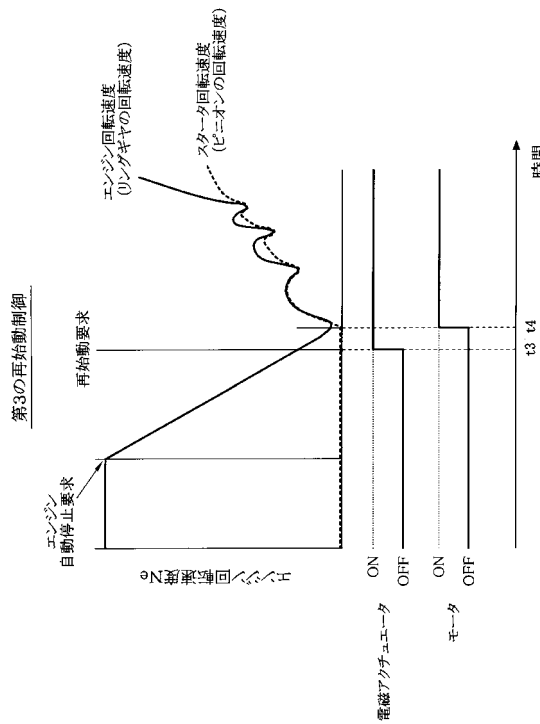
【図2】



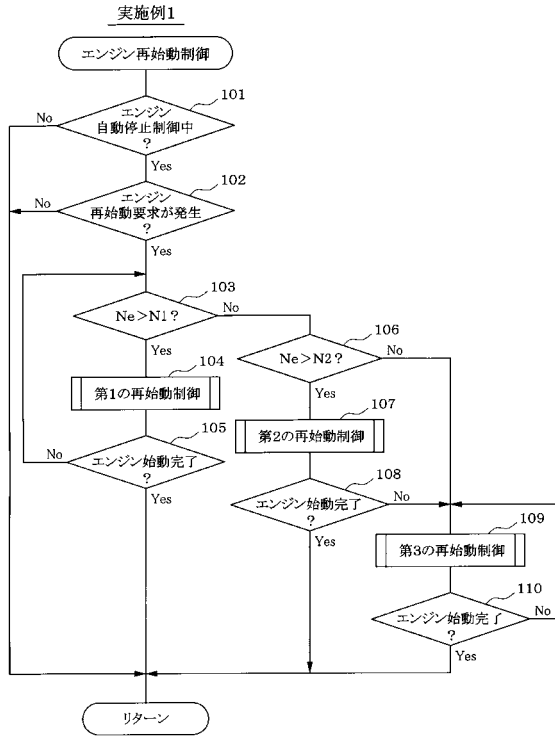
【図3】



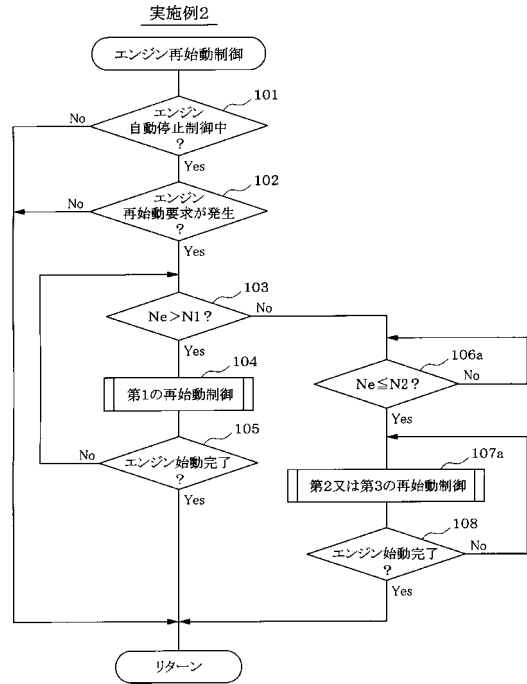
【図4】



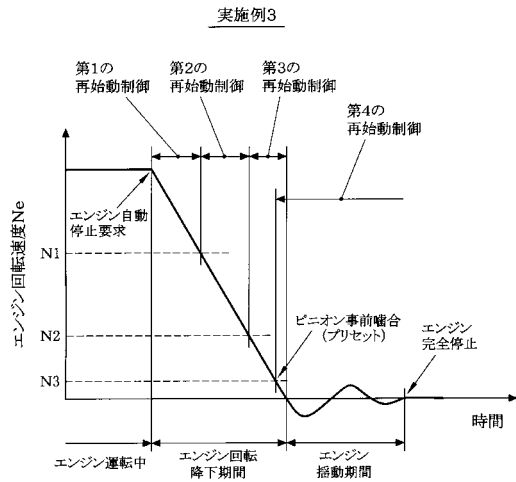
【図5】



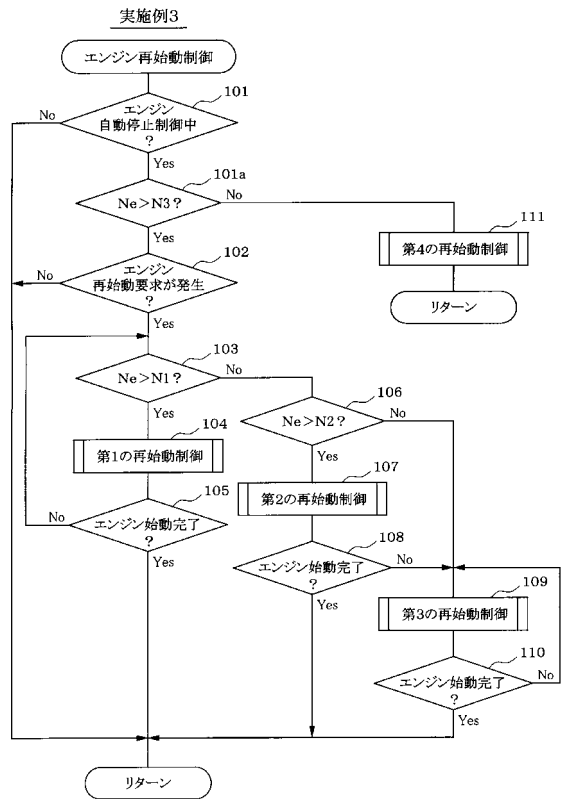
【図6】



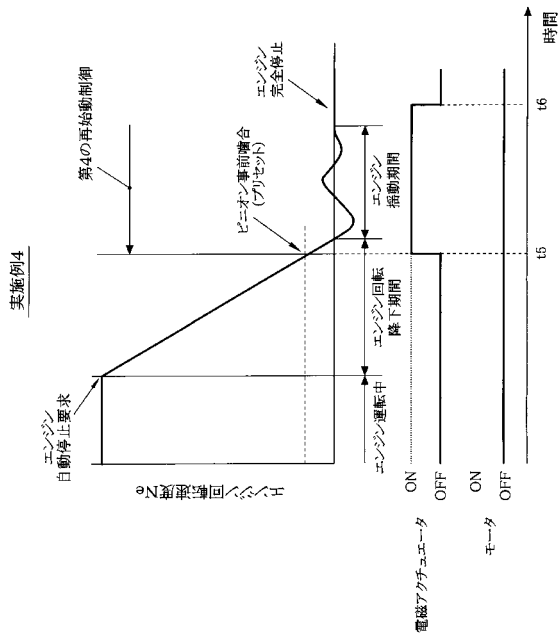
【図7】



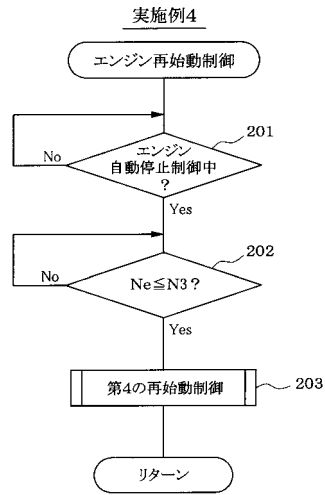
【図8】



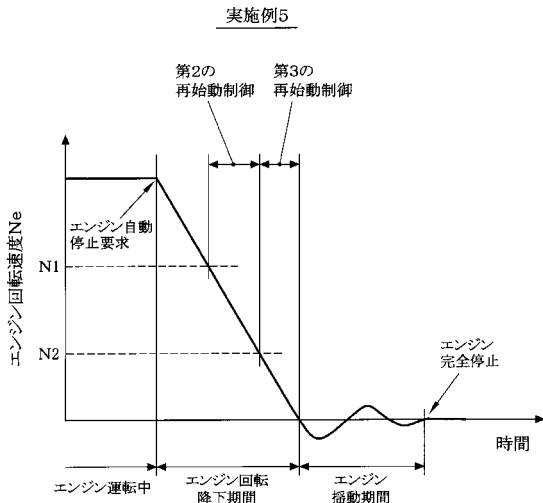
【図9】



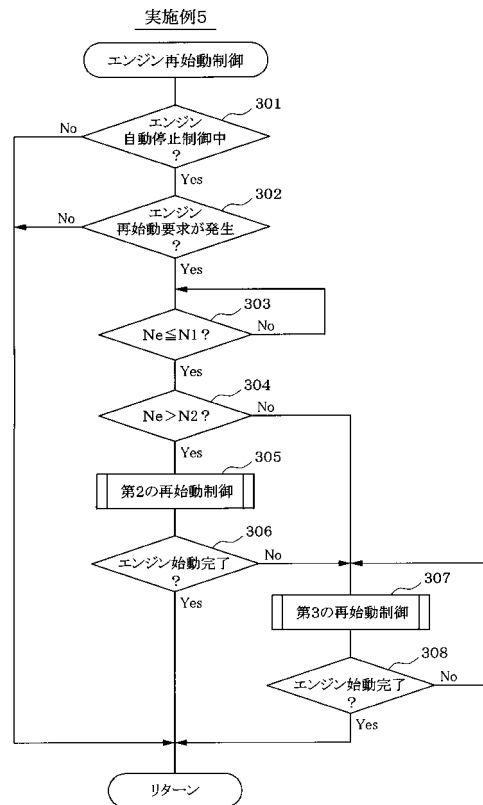
【図10】



【図11】

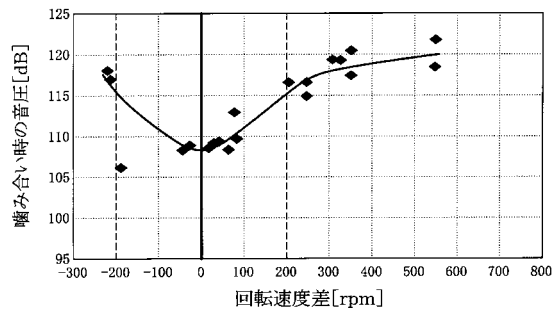


【図12】

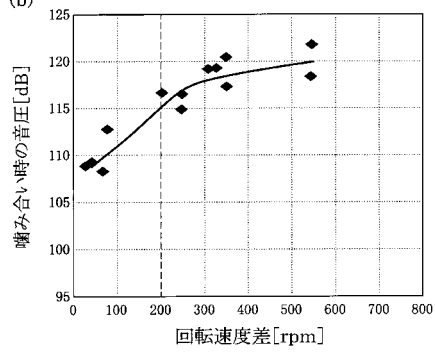


【 図 1 3 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 2 N 11/00 (2006.01) F 0 2 D 41/06 3 3 0 J
 F 0 2 N 11/00 F
 F 0 2 N 11/08 X

(72)発明者 村田 光広
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 新美 正巳
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72)発明者 春野 貴誉一
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特開2002-070699(JP,A)
 特開2007-107527(JP,A)
 特開2005-330813(JP,A)
 特開2004-003434(JP,A)
 国際公開第2007/101770(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 2 D 2 9 / 0 0 - 2 9 / 0 6、
 F 0 2 N 1 / 0 0 - 1 7 / 0 8