

(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2010-31834

(P2010-31834A)

(43) 公開日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F02N 15/00 (2006.01)	F02N 15/00 E	3G092
F02N 11/08 (2006.01)	F02N 11/08 Y	3G093
F02D 41/06 (2006.01)	F02N 11/08 K	3G301
F02D 45/00 (2006.01)	F02D 41/06 375	3G384
F02D 29/02 (2006.01)	F02D 45/00 310B	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-30045 (P2009-30045)
 (22) 出願日 平成21年2月12日 (2009.2.12)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-173177 (P2008-173177)
 (32) 優先日 平成20年7月2日 (2008.7.2)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 100093779
 弁理士 服部 雅紀
 (72) 発明者 星野 将吾
 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 宮崎 敏
 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

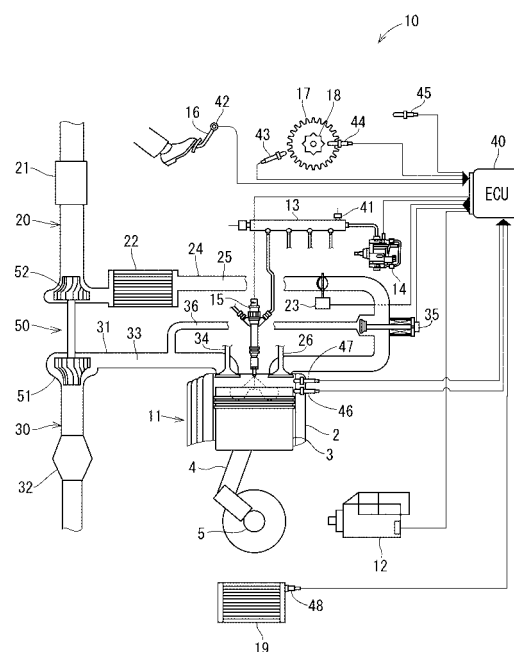
(54) 【発明の名称】 エンジン始動装置

(57) 【要約】

【課題】ディーゼルエンジンをその状態に応じた手段により再始動し、スタータの使用回数を低減可能なエンジン始動装置を提供する。

【解決手段】ECU 40は、エンジン11の複数の気筒2それぞれに設けられたインジェクタ15から、対応する気筒2に対して燃料を噴射する。スタータ12は、エンジン11のクランクシャフト5を回転させることによりエンジン11を始動可能である。ECU 40は、エンジン停止条件が成立したとき、エンジン11を自動停止させる。ECU 40は、エンジン停止条件が成立することでエンジン11が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が所定の温度以上のとき、インジェクタ15から膨張行程で停止している気筒2に対して燃料を噴射する。一方、前記筒内温度が前記所定の温度より低いとき、ECU 40は、スタータ12を用いることによってエンジン11を再始動させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射手段と、

前記ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることにより前記ディーゼルエンジンを始動可能なスタータと、

エンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、前記ディーゼルエンジンを自動停止させる自動停止制御手段と、

少なくとも前記エンジン停止条件が成立することで前記ディーゼルエンジンが停止した後、エンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度が所定の温度以上のとき、前記燃料噴射手段により前記膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射することによって前記スタータを用いることなく前記ディーゼルエンジンを再始動させ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度が前記所定の温度より低いとき、前記スタータを用いることによって前記ディーゼルエンジンを再始動させる再始動手段と、

を備えることを特徴とするエンジン始動装置。

【請求項 2】

ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射手段と、

前記ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることにより前記ディーゼルエンジンを始動可能なスタータと、

エンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、前記ディーゼルエンジンを自動停止させる自動停止制御手段と、

少なくとも前記エンジン停止条件が成立することで前記ディーゼルエンジンが停止した後、エンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たすとき、前記燃料噴射手段により前記膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射することによって前記スタータを用いることなく前記ディーゼルエンジンを再始動させ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度と筒内圧力との関係が前記所定の条件を満たさないとき、前記スタータを用いることによって前記ディーゼルエンジンを再始動させる再始動手段と、

を備えることを特徴とするエンジン始動装置。

【請求項 3】

ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射手段と、

前記ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることにより前記ディーゼルエンジンを始動可能なスタータと、

エンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、前記ディーゼルエンジンを自動停止させる自動停止制御手段と、

少なくとも前記エンジン停止条件が成立することで前記ディーゼルエンジンが停止した後、エンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度が、所定の温度である第 1 所定温度以上のとき、前記燃料噴射手段により前記膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射することによって前記スタータを用いることなく前記ディーゼルエンジンを再始動させ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度が、前記第 1 所定温度よりも低い所定の温度である第 2 所定温度以上、かつ、前記第 1 所定温度よりも低いとき、前記燃料噴射手段により前記膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するとともに前記スタータを用いて前記ディーゼルエンジンを再始動させ、

膨張行程で停止している気筒の筒内温度が前記第 2 所定温度より低いとき、前記スタータを用いることによって前記ディーゼルエンジンを再始動させる再始動手段と、

10

20

30

40

50

を備えることを特徴とするエンジン始動装置。

【請求項 4】

前記自動停止制御手段は、前記エンジン停止条件成立後、膨張行程にある気筒のピストンを上死点後所定の角度範囲内で停止させるピストン停止手段を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のエンジン始動装置。

【請求項 5】

前記ピストン停止手段は、圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させることにより前記膨張行程にある気筒のピストンの停止を補助する停止補助手段を有することを特徴とする請求項 4 記載のエンジン始動装置。

【請求項 6】

前記停止補助手段は、前記圧縮行程にある気筒の吸気弁を開弁することにより過給圧を導入し前記圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させることを特徴とする請求項 5 記載のエンジン始動装置。

【請求項 7】

前記再始動手段は、圧縮行程で停止している気筒の筒内圧力を低減させる圧縮圧低減手段を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のエンジン始動装置。

【請求項 8】

前記圧縮圧低減手段は、前記圧縮行程で停止している気筒の排気弁を開弁することにより前記圧縮行程で停止している気筒の筒内圧力を低減させることを特徴とする請求項 7 記載のエンジン始動装置。

【請求項 9】

前記再始動手段は、前記燃料噴射手段により前記膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するとき、着火性の高い燃料を噴射することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のエンジン始動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディーゼルエンジンの始動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両が信号待ちや渋滞等で停止しているとき、エンジンを自動停止させることにより燃料消費および排出ガスの低減を図る技術が知られている。特許文献 1 には、エンジンの自動停止後に、膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射し、点火プラグにより燃料に点火することでスタータを用いることなくエンジンを再始動させるエンジン始動装置が開示されている。このように、スタータレスでエンジンを再始動させることによりスタータの使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータおよびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる電力消費を低減している。

【0003】

従来のエンジン始動装置は、特許文献 1 に記載されるようにガソリンエンジンを対象としている。ところで、ディーゼルエンジンは点火プラグを備えていないため、気筒に噴射した燃料を自着火させるには、気筒の筒内温度や筒内圧力などについて燃料が自着火可能な条件を満たす必要がある。そのため、ディーゼルエンジンに対して従来のエンジン始動装置を適用した場合、膨張行程で停止している気筒の筒内の状態によっては噴射した燃料が自着火せず、スタータレスでのエンジンの再始動に失敗するおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 39038 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、ディーゼルエンジンをその状態に応じた手段により再始動し、スタータの使用回数や使用時間を低減可能なエンジン始動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 0 6 】

請求項 1 記載の発明では、燃料噴射手段は、ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に対して燃料を噴射する。スタータは、ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることによりディーゼルエンジンを始動可能である。自動停止制御手段は、車両が停止していることが明らかなき等エンジンを停止可能と判断したとき、すなわちエンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、ディーゼルエンジンを自動停止させる。再始動手段は、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、アクセル操作の再開を検知したときや車両に搭載された機器の消費電力が上昇したとき等、すなわちエンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度が所定の温度以上のとき、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射する。前記所定の温度は、燃料が自着火可能な温度の下限である。このとき燃料が噴射される気筒の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、膨張行程で停止している当該気筒に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒の膨張行程が再開し、停止していたディーゼルエンジンが再始動する。なお、この場合（膨張行程で停止している気筒の筒内温度が所定の温度以上のとき）、スタータを用いることなくディーゼルエンジンを再始動させることができるため、スタータの使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータおよびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる電力消費を低減することができる。

10

20

【 0 0 0 7 】

一方、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度が前記所定の温度より低いとき、再始動手段は、スタータを用いることによってディーゼルエンジンを再始動させる。すなわち、このときの気筒の状態は燃料が自着火しない状態のため、再始動手段は、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するのではなく、スタータによりエンジンのクランクシャフトを回転させることによってエンジンの再始動を可能とするのである。

30

このように、本発明のエンジン始動装置は、ディーゼルエンジンの気筒の筒内温度に基づいて手段を選択し、当該手段によりディーゼルエンジンを再始動させる。したがって、ディーゼルエンジンをその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 記載の発明では、燃料噴射手段は、ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に燃料を噴射する。スタータは、ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることによりディーゼルエンジンを始動可能である。自動停止制御手段は、車両が停止していることが明らかなき等エンジンを停止可能と判断したとき、すなわちエンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、ディーゼルエンジンを自動停止させる。再始動手段は、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、アクセル操作の再開を検知したときや車両に搭載された機器の消費電力が上昇したとき等、すなわちエンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たすとき、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射する。前記所定の条件は、筒内温度と筒内圧力との関係について燃料が自着火可能であるときの関係をいう。このとき燃料が噴射される気筒の筒内は燃料が自着火可能な状態のため、膨張行程で停止している当該気筒に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒の膨張行程が再開し、停止していたディーゼルエンジンが再始動する。なお

40

50

、この場合（膨張行程で停止している気筒の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たすとき）、スタータを用いることなくディーゼルエンジンを再始動させることができるため、スタータの使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータおよびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる電力消費を低減することができる。

【 0 0 0 9 】

一方、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度と筒内圧力との関係が前記所定の条件を満たさないとき、再始動手段は、スタータを用いることによってディーゼルエンジンを再始動させる。すなわち、このときの気筒の状態は燃料が自着火しない状態のため、再始動手段は、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するのではなく、スタータによりエンジンのクランクシャフトを回転させることによってエンジンの再始動を可能とするのである。

このように、本発明のエンジン始動装置は、ディーゼルエンジンの気筒の筒内温度と筒内圧力との関係に基づいて手段を選択し、当該手段によりディーゼルエンジンを再始動させる。したがって、ディーゼルエンジンをその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 記載の発明では、燃料噴射手段は、ディーゼルエンジンの複数の気筒それぞれに設けられた燃料噴射弁から、対応する気筒に対して燃料を噴射する。スタータは、ディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させることによりディーゼルエンジンを始動可能である。自動停止制御手段は、車両が停止していることが明らかなき等エンジンを停止可能と判断したとき、すなわちエンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したときに、ディーゼルエンジンを自動停止させる。再始動手段は、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、アクセル操作の再開を検知したときや車両に搭載された機器の消費電力が上昇したとき等、すなわちエンジン始動の条件である再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度が、所定の温度である第 1 温度以上のとき、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射する。前記第 1 所定温度は、燃料が自着火可能な温度の範囲内の温度である。よって、このとき燃料が噴射される気筒の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、膨張行程で停止している当該気筒に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒の膨張行程が再開し、停止していたディーゼルエンジンが再始動する。なお、この場合、スタータを用いることなくディーゼルエンジンを再始動させることができるため、スタータの使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータおよびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる電力消費を低減することができる。

【 0 0 1 1 】

また、再始動手段は、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度が、前記第 1 所定温度よりも低い所定の温度である第 2 所定温度以上、かつ、前記第 1 所定温度よりも低いとき、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するとともにスタータによりディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させる。前記第 2 所定温度は、燃料が自着火可能な温度の下限である。このとき燃料が噴射される気筒の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、膨張行程で停止している当該気筒に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒の膨張行程が再開する。ところで、このときの気筒の筒内温度は、燃料が自着火可能な温度の下限近傍の温度の場合がある。この場合、気筒内で燃料が自着火しても、ディーゼルエンジンの回転力は小さいことが予想される。しかしながら、本発明では、このとき、気筒に対して燃料を噴射するとともにスタータによりディーゼルエンジンのクランクシャフトを回転させるため、回転初期から燃焼による回転力を得ることができる。これにより、エンジン再始動時間の短縮が可能となりスタータの使用時間の増加が抑制され、スタータ及びその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる消費電力を低減することができる。

【 0 0 1 2 】

さらに、再始動手段は、少なくともエンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒の筒内温度が前記第 2 所定温度より低いとき、スタータを用いることによってディーゼルエンジンを再始動させる。すなわち、このときの気筒の状態は燃料が自着火しない状態のため、再始動手段は、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するのではなく、スタータによりエンジンのクランクシャフトを回転させることによってエンジンの再始動を可能とするのである。

このように、本発明のエンジン始動装置は、ディーゼルエンジンの気筒の筒内温度に基づいて手段を選択し、当該手段によりディーゼルエンジンを再始動させる。したがって、ディーゼルエンジンをその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

10

【 0 0 1 3 】

請求項 4 記載の発明では、自動停止制御手段は、エンジン停止条件成立後、膨張行程にある気筒のピストンを上死点後所定の角度範囲内で停止させるピストン停止手段を有する。これにより、エンジン停止条件成立後、膨張行程にある気筒のピストンは、ピストン停止手段により上死点後の所定角度範囲内で停止する。前記所定の角度範囲とは、上死点後から下死点までの角度範囲を二等分したときの上死点側の範囲のことである。そのため、再始動手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料が噴射されたとき、自着火した燃料の爆発力をピストンおよびクランクシャフトに効果的に伝達することができる。したがって、再始動手段によるディーゼルエンジンの再始動時、エンジンをスムーズに回転させることができるとともに、エンジントルクを高めることができる。

20

【 0 0 1 4 】

請求項 5 記載の発明では、ピストン停止手段は、圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させることにより膨張行程にある気筒のピストンの停止を補助する停止補助手段を有する。停止補助手段は、圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させる。これにより、圧縮行程にある気筒のピストンの上端面に圧力が作用する。この圧力は、上死点に向かって移動するピストンを停止させる方向に作用する。つまり、当該ピストンは、下死点方向に押圧される。そのため、膨張行程にある気筒のピストンの下死点に向かう移動が規制され、ピストンが停止する。すなわち、停止補助手段は、膨張行程にある気筒のピストンの停止を補助する。これにより、ピストン停止手段によって膨張行程にある気筒のピストンを停止させるとき、ピストンを上死点後所定の角度範囲内で容易かつ高精度に停止させることができる。

30

【 0 0 1 5 】

請求項 6 記載の発明では、停止補助手段は、圧縮行程にある気筒の吸気弁を開弁することにより過給圧を導入し、圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させる。これにより、圧縮行程にある気筒のピストンの上死点に向かう移動が規制される。その結果、膨張行程にある気筒のピストンの下死点に向かう移動が規制され、当該ピストンを所定の角度範囲内で停止させることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 記載の発明では、再始動手段は、圧縮行程で停止している気筒の筒内圧力を低減させる圧縮圧低減手段を有する。再始動手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料が噴射されると、燃料が自着火し膨張行程が再開する。膨張行程が再開すると、当該気筒のピストンは下死点に向かって移動する。本発明では、圧縮圧低減手段により圧縮行程で停止している気筒の筒内圧力が低減されるため、圧縮行程で停止している気筒のピストンを下死点方向へ押圧する力が低減される。これにより、膨張行程が再開した気筒のピストンの下死点方向への移動を阻害する力が低減される。したがって、再始動手段によるディーゼルエンジンの再始動時、エンジンをスムーズに回転させることができるとともに、エンジントルクを高めることができる。

40

【 0 0 1 7 】

50

請求項 8 記載の発明では、圧縮圧低減手段は、圧縮行程で停止している気筒の排気弁を開弁することにより圧縮行程で停止している気筒の筒内圧力を低減させる。そのため、再始動手段により膨張行程が再開された気筒のピストンが下死点方向へ移動するとき、この移動を阻害する力は低減される。したがって、再始動手段によるディーゼルエンジンの再始動時、エンジンをスムーズに回転させることができるとともに、エンジントルクを高めることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 記載の発明では、再始動手段は、燃料噴射手段により膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するとき、着火性の高い燃料を噴射する。そのため、膨張行程で停止している気筒に対して噴射された燃料は、容易に自着火する。したがって、ディーゼルエンジンの再始動をより確実なものとすることができるとともに、ディーゼルエンジン再始動時のエンジントルクを高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明のエンジン始動装置を適用したエンジンシステムを示す図。

【図 2】本発明の第 1 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理を示すフローチャート。

【図 3】図 2 に示すメイン処理のサブルーチンを示す図であって、エンジン停止判定処理を示すフローチャート。

【図 4】図 2 に示すメイン処理のサブルーチンを示す図であって、エンジン再始動判定処理を示すフローチャート。

【図 5】図 4 に示すエンジン再始動判定処理のサブルーチンを示す図であって、自動始動判定処理を示すフローチャート。

【図 6】図 4 に示すエンジン再始動判定処理のサブルーチンを示す図であって、A T 車操作始動判定処理を示すフローチャート。

【図 7】図 4 に示すエンジン再始動判定処理のサブルーチンを示す図であって、M T 車操作始動判定処理を示すフローチャート。

【図 8】本発明のエンジン始動装置を適用したエンジンシステムが備えるエンジンの各気筒の行程の遷移を示す図。

【図 9】本発明のエンジン始動装置を適用したエンジンシステムが備えるエンジンの気筒のうち、膨張行程にある気筒および圧縮行程にある気筒の様子を示す図。

【図 1 0】本発明の第 1 実施形態によるエンジン始動装置により決定される噴射パターンと気筒の筒内温度および噴射量との関係を示す図。

【図 1 1】本発明のエンジン始動装置を適用したエンジンシステムが備えるエンジンの気筒のうち、膨張行程で停止していた気筒および圧縮行程で停止していた気筒の様子を示す図。

【図 1 2】本発明の第 2 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理を示すフローチャート。

【図 1 3】本発明のエンジン始動装置を適用したエンジンシステムが備えるエンジンの気筒の筒内温度と筒内圧力との関係を示す図であって、燃料が自着火可能な領域を示す図。

【図 1 4】本発明の第 3 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理を示すフローチャート。

【図 1 5】本発明の第 3 実施形態によるエンジン始動装置が気筒の筒内温度に応じてエンジン再始動の手段を選択することを示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。

(第 1 実施形態)

第 1 実施形態によるエンジン始動装置を適用したエンジンシステムを、図 1 を用いて説明する。なお、当該エンジン始動装置は、車両に搭載された 4 気筒のディーゼルエンジン

10

20

30

40

50

を制御の対象としている。エンジンシステム 10 は、エンジン 11、スタータ 12、コモンレール 13、サプライポンプ 14、インジェクタ 15、および電子制御ユニット（以下、「ECU」という。）40などを備えている。

【0021】

ディーゼルエンジンとしてのエンジン 11 は、四つの気筒 2 を有している。気筒 2 には、ピストン 3 が収容されている。ピストン 3 は、コンロッド 4 によりクランクシャフト 5 に接続している。これにより、気筒 2 内でのピストン 3 の往復運動がクランクシャフト 5 に伝達され回転運動に変換される。スタータ 12 は、クランクシャフト 5 に接続可能に設けられている。スタータ 12 は、クランクシャフト 5 に接続してクランクシャフト 5 を回転させることにより、エンジン 11 を始動可能である。スタータ 12 は、車両の運転開始時など、燃料の燃焼によらずエンジン 11 を始動させる必要があるとき等に使用される。

10

【0022】

サプライポンプ 14 は、図示しない燃料タンクに蓄えられている燃料を加圧してコモンレール 13 へ吐出する。コモンレール 13 は、サプライポンプ 14 で加圧された燃料を、圧力を維持したまま、すなわち蓄圧状態で蓄える。コモンレール 13 には、エンジン 11 の各気筒 2 に設置されているインジェクタ 15 が接続している。図 1 に示す四気筒のエンジン 11 の場合、コモンレール 13 には四本のインジェクタ 15 が接続している。

【0023】

燃料噴射弁としてのインジェクタ 15 は、エンジン 11 の各気筒 2 に設けられ、コモンレール 13 に蓄圧状態で蓄えられている燃料を各気筒 2 へ噴射する。インジェクタ 15 は、図示しない噴孔からの燃料の噴射を断続する図示しないニードル、およびニードルを駆動する図示しない電磁駆動部を有している。電磁駆動部は、ECU 40 に電氣的に接続している。これにより、各インジェクタ 15 は、ECU 40 から出力される電氣的な制御信号に基づいて燃料の噴射を断続する。

20

【0024】

エンジン 11 には、吸気系 20 および排気系 30 が接続している。吸気系 20 は、エアクリーナ 21、インタクーラ 22、電子スロットル 23 および吸気管 24 を有している。吸気管 24 は、吸気通路 25 を形成している。吸気通路 25 は、エアクリーナ 21、インタクーラ 22、およびエンジン 11 を接続している。エンジン 11 へ吸入される空気は、エアクリーナ 21 において異物が除去される。エアクリーナ 21 を通過した空気は、電子スロットル 23 および吸気弁 26 を経由してエンジン 11 の各気筒 2 へ供給される。電子スロットル 23 は、吸気通路 25 を開閉する。電子スロットル 23 で吸気通路 25 を開閉することにより、エンジン 11 に吸入される吸気の流量が調整される。

30

【0025】

排気系 30 は、排気管 31 および触媒 32 を有している。排気管 31 は、排気通路 33 を形成している。排気管 31 は、エンジン 11 から排気弁 34 を経由して排出された排気を外部へ導く。触媒 32 は、排気管 31 の途中に設置されている。触媒 32 は、排気中に含まれる例えば炭化水素あるいは窒素酸化物などを還元または酸化させ、これらの物質を無害化する。

【0026】

吸気系 20 と排気系 30 との間には、過給機 50 が設置されている。過給機 50 は、排気通路 33 を流れる排気によって回転するタービン 51 と、タービン 51 の回転によって回転し吸気通路 25 を流れる吸気を加圧するコンプレッサ 52 とを有している。コンプレッサ 52 によって加圧され高温になった吸気は、インタクーラ 22 によって冷却される。エンジンシステム 10 には、排気再循環装置 35 が設けられている。排気再循環装置 35 は、排気の一部を、通路 36 を通じて吸気系 20 に還流する。

40

【0027】

エンジン始動装置としての ECU 40 は、図示しない CPU、ROM および RAM を有するマイクロコンピュータによって構成されている。また、ECU 40 は、ROM に記録されているプログラムにしたがってエンジンシステム 10 およびエンジンシステム 10 が

50

搭載されている車両を統合して制御する。ＥＣＵ４０には、インジェクタ１５、電子スロットル２３、サプライポンプ１４、排気再循環装置３５およびスタータ１２が接続している。また、ＥＣＵ４０には、コモンレール圧センサ４１、アクセルセンサ４２、クランク角センサ４３、気筒判別センサ４４、車速センサ４５、気筒内温度センサ４６、気筒内圧力センサ４７および水温センサ４８が接続している。また、ＥＣＵ４０は、特許請求の範囲における「燃料噴射手段」、「自動停止制御手段」、「再始動手段」、「ピストン停止手段」、「停止補助手段」および「圧縮圧低減手段」として機能する。

【００２８】

コモンレール圧センサ４１は、コモンレール１３に設置され、コモンレール１３に蓄えられている燃料の圧力、すなわちコモンレール圧を検出する。コモンレール圧センサ４１は、検出したコモンレール圧を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。

アクセルセンサ４２は、アクセルペダル１６に設置され、アクセルペダル１６の開度を検出する。アクセルセンサ４２は、検出したアクセルペダル１６の開度を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。

【００２９】

クランク角センサ４３は、エンジン１１のクランクシャフト５とともに回転するＮＥパルス１７の外周側に設けられている。クランク角センサ４３は、クランクシャフト５の角度、すなわちクランク角に対応する電気信号をＥＣＵ４０に出力する。気筒判別センサ４４は、図示しないカムシャフトとともに回転するＧパルス１８の外周側に設けられている。ＮＥパルス１７は、Ｇパルス１８が１回転する間に２回転する。ＮＥパルス１７の外周には、単位時間あたりにクランク角センサ４３が検出する歯数によりクランクシャフト５の回転速度、すなわちエンジン１１の回転速度を算出するための複数の歯が形成されている。クランク角センサ４３は、検出したエンジン１１の回転数を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。ＥＣＵ４０は、クランク角センサ４３から出力された回転数に基づいてエンジン１１の回転速度を算出する。Ｇパルス１８の外周には、各気筒（＃１～４）を判別するための歯が形成されている。気筒判別センサ４４は、判別した気筒に対応する電気信号をＥＣＵ４０に出力する。なお、ＥＣＵ４０は、気筒判別センサ４４およびクランク角センサ４３からの信号に基づき、各気筒のその時点の行程を推定可能である。

【００３０】

車速センサ４５は、例えば車両の車輪に接続するシャフトの外周側に設けられ、車輪の回転数を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。ＥＣＵ４０は、車速センサ４５から出力された回転数に基づいて車両の車速を算出する。

気筒内温度センサ４６は、気筒２のそれぞれに設けられ、各気筒の筒内温度を検出し、検出した筒内温度を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。

【００３１】

気筒内圧力センサ４７は、気筒内温度センサ４６と同様に気筒２のそれぞれに設けられ、各気筒の筒内圧力を検出し、検出した筒内圧力を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。

水温センサ４８は、ラジエータ１９に設置され、エンジン１１を冷却する冷却水の温度を検出する。水温センサ４８は、検出した冷却水の温度を電気信号としてＥＣＵ４０に出力する。

【００３２】

ＥＣＵ４０は、アクセルセンサ４２で検出されたアクセルペダル１６の開度に応じて、電子スロットル２３の開度を調整する。また、ＥＣＵ４０は、アクセルセンサ４２からの出力、クランク角センサ４３からの出力、水温センサ４８からの出力に基づいてエンジン１１の負荷を予測する。そして、ＥＣＵ４０は、予測したエンジン１１の負荷に基づいて、エンジン１１へ供給すべき燃料量を算出する。ＥＣＵ４０は、コモンレール圧センサ４１によって所定の周期でコモンレール圧を検出しつつ、算出した燃料量に基づいて、コモンレール圧が所定の圧力となるように、燃料タンクからサプライポンプ１４へ供給する燃料の流量を調整する。これとともに、ＥＣＵ４０は、インジェクタ１５の開弁時間を調整

10

20

30

40

50

して所定量の燃料をエンジン 11 へ供給する。

【0033】

エンジンシステム 10 では、エンジン 11 は四つの気筒 2 (# 1 ~ 4) を有している。また、各気筒 2 それぞれには、インジェクタ 15 が一つずつ設置されている。インジェクタ 15 は、ECU 40 からの電氣的な制御信号によって各気筒 2 へ燃料を噴射する。すなわち、インジェクタ 15 の電磁駆動部は、ECU 40 から燃料噴射を示す制御信号を受けると、ニードルを駆動する。これにより、ニードルは、インジェクタ 15 の噴孔とは反対側へ移動し噴孔が開放される。その結果、インジェクタ 15 の噴孔から燃料が噴射される。このように、ECU 40 は、燃料噴射手段として機能し、エンジン 11 の各気筒 2 へ燃料を噴射する。

10

【0034】

ECU 40 は、上述のように各センサからの検出信号によりエンジン 11 の負荷を予測し、予測した負荷に基づいて、最適な目標噴射量および目標噴射時期になるように制御信号としての噴射パルスを作成するパルス幅およびパルスの立ち上がり時期と運転状態との対応を、マップとして RAM に記憶している。通常運転時、ECU 40 は、マップに基づいて各インジェクタを制御し、エンジン 11 の負荷に応じた量の燃料を各インジェクタから各気筒に噴射する。

【0035】

次に、ECU 40 によるエンジン 11 の再始動処理について説明する。

本実施形態では、ECU 40 は、メイン処理において自動停止制御手段として機能することにより、例えば信号待ちなどで車両が停止していることが明らかなき等エンジン 11 を停止可能と判断したときに、エンジン 11 を自動停止させる。また、ECU 40 は、再始動手段として機能することにより、エンジン 11 が停止した後、運転者によるアクセル操作の再開を検知したときや車両に搭載された機器の消費電力が上昇したとき等エンジン 11 を再始動させる必要が生じたときに、エンジン 11 の気筒 2 のうち膨張行程で停止している気筒 2 のその時点の筒内温度が所定の温度以上の場合、スタータを用いることなくエンジン 11 を再始動させる。一方、ECU 40 は、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度より低い場合、スタータ 12 を用いてエンジン 11 を再始動させる。この一連の処理の流れを、図 2 ~ 7 に示すフローを用いて説明する。

20

【0036】

図 2 のフローはメイン処理の流れを示し、図 3 ~ 7 のフローはそれぞれメイン処理のサブルーチン処理の流れを示している。図 2 に示すメイン処理は、車両の運転開始時、すなわち例えば運転者が車両のイグニッションキーをオンしたときに開始される。また、ECU 40 によるメイン処理は、一連の処理を実行することによりエンジン 11 が再始動すると一旦終了するが、終了後、再び処理の先頭から開始される。なお、メイン処理またはサブルーチン処理の途中で運転者がイグニッションキーをオフした場合など、ECU 40 は実行中の処理を中止する。

30

【0037】

図 2 に示すように、メイン処理が開始されると、ECU 40 は、先ずエンジン停止判定処理としてのステップ S 200 (以下、「ステップ」を省略し、単に記号「S」で示す。) を実行する。

40

図 3 に示す S 200 は、車両が停止していることが明らかなき等エンジン 11 を停止可能と判断したとき、すなわちエンジン停止の条件であるエンジン停止条件が成立したことを判定する処理である。図 3 に示す S 200 の一連の処理が実行されたとき、エンジン停止条件が成立したと判定され、処理はメイン処理に戻る。

【0038】

S 200 が開始されると、処理は先ず S 201 へ移行する。

S 201 では、ECU 40 は、システムが正常か否かを判断する。システムが正常であると判断した場合 (S 201 : Y)、処理は S 202 へ移行する。一方、システムが異常であると判断した場合 (S 201 : N)、処理は S 201 へ戻る。すなわち、ECU 40

50

によってシステムが正常であると判断されるまで、S 2 0 1 は繰り返し実行される。

【 0 0 3 9 】

S 2 0 2 では、E C U 4 0 は、車速センサ 4 5 からの信号に基づき車速を算出し、車速の値が所定値以下かどうかを判断する。車速の値が所定値以下であると判断した場合 (S 2 0 2 : Y)、処理は S 2 0 3 へ移行する。一方、車速の値が所定値よりも大きいと判断した場合 (S 2 0 2 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 0 】

S 2 0 3 では、E C U 4 0 は、アクセルセンサ 4 2 からの信号に基づき、アクセルペダル 1 6 の開度がゼロかどうか、すなわちアクセルペダル 1 6 が踏まれていない (O F F) 状態かどうかを判断する。アクセルペダル 1 6 は踏まれていないと判断した場合 (S 2 0 3 : Y)、処理は S 2 0 4 へ移行する。一方、アクセルペダル 1 6 は踏まれていると判断した場合 (S 2 0 3 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 1 】

S 2 0 4 では、E C U 4 0 は、水温センサ 4 8 からの信号に基づき、冷却水の温度の値が所定値以上かどうかを判断する。冷却水の温度の値が所定値以上であると判断した場合 (S 2 0 4 : Y)、処理は S 2 0 5 へ移行する。一方、冷却水の温度の値が所定値よりも小さいと判断した場合 (S 2 0 4 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 2 】

S 2 0 5 では、E C U 4 0 は、カウンターの値などに基づいて、前回のエンジン始動から所定時間経過しているかどうかを判断する。前回のエンジン始動から所定時間経過していると判断した場合 (S 2 0 5 : Y)、処理は S 2 0 6 へ移行する。一方、前回のエンジン始動から所定時間経過していないと判断した場合 (S 2 0 5 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 3 】

S 2 0 6 では、E C U 4 0 は、前回のエンジン始動後、所定の速度以上の車速履歴があるかどうかを判断する。E C U 4 0 は、車速センサ 4 5 からの信号に基づき車速を算出し、車速の履歴を R A M に記憶している。R A M に記憶された車速の履歴に所定の速度以上の履歴があると判断した場合 (S 2 0 6 : Y)、処理は S 2 0 7 へ移行する。一方、R A M に記憶された車速の履歴に所定の速度以上の履歴がないと判断した場合 (S 2 0 6 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 4 】

S 2 0 7 では、E C U 4 0 は、車両が A T 車かどうかを判断する。車両が A T 車であると判断した場合 (S 2 0 7 : Y)、処理は S 2 0 8 へ移行する。一方、車両が A T 車でない、すなわち M T 車であると判断した場合 (S 2 0 7 : N)、処理は S 2 1 0 へ移行する。

S 2 0 8 では、E C U 4 0 は、シフトポジションが N または P かどうかを判断する。シフトポジションが N または P であると判断した場合 (S 2 0 8 : Y)、エンジン停止条件が成立したと判定し、エンジン停止判定処理 (S 2 0 0) を終了してメイン処理へ戻る。一方、シフトポジションが N または P でないと判断した場合 (S 2 0 8 : N)、処理は S 2 0 9 へ移行する。

【 0 0 4 5 】

S 2 0 9 では、E C U 4 0 は、シフトポジションが D、かつ、ブレーキペダルが踏まれているかどうかを判断する。シフトポジションが D、かつ、ブレーキペダルが踏まれていると判断した場合 (S 2 0 9 : Y)、エンジン停止条件が成立したと判定し、エンジン停止判定処理 (S 2 0 0) を終了してメイン処理へ戻る。一方、シフトポジションは D ではない、またはブレーキペダルは踏まれていないと判断した場合 (S 2 0 9 : N)、処理は S 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 4 6 】

S 2 1 0 では、E C U 4 0 は、シフトポジションが N である、またはシフトポジションが N 以外かつクラッチペダルが踏まれていると判断した場合 (S 2 1 0 : Y)、エンジン

10

20

30

40

50

停止条件が成立したと判定し、エンジン停止判定処理（S 2 0 0）を終了してメイン処理へ戻る。一方、シフトポジションがN以外かつクラッチペダルが踏まれていないと判断した場合（S 2 1 0 : N）、処理はS 2 0 1へ戻る。

【 0 0 4 7 】

図 2 に示すように、エンジン停止判定処理（S 2 0 0）が終了しエンジン停止条件が成立したと判定されると、処理はS 1 0 1へ移行する。

S 1 0 1では、ECU 4 0は、インジェクタ 1 5 への噴射制御信号の出力を停止する。これにより、インジェクタ 1 5 から気筒 2 への燃料の噴射が停止する。その結果、エンジン 1 1 の回転数は、徐々に低下していく。S 1 0 1の後、処理はS 1 0 2へ移行する。

【 0 0 4 8 】

S 1 0 2では、ECU 4 0は、電子スロットル 2 3 の開度をゼロにする。これにより、吸気通路 2 5 を通じた気筒 2 への空気の流入が停止する。その結果、新気の流入によって生じ得るエンジン 1 1 の振動が低減される。その後、処理はS 1 0 3へ移行する。

S 1 0 3では、ECU 4 0は、エンジン 1 1 の回転数の値が所定値以下かどうかを判断する。エンジン 1 1 の回転数の値が所定値以下であると判断した場合（S 1 0 3 : Y）、処理はS 1 0 4へ移行する。一方、エンジン 1 1 の回転数の値が所定値よりも大きいと判断した場合（S 1 0 3 : N）、処理はS 1 0 3へ戻る。すなわち、この場合、S 1 0 3 の処理が繰り返される。

【 0 0 4 9 】

S 1 0 4では、ECU 4 0は、エンジン 1 1 の回転数に応じて電子スロットル 2 3 の開度を決定し、決定した開度となるように電子スロットル 2 3 の開度を調節する。このとき、エンジン 1 1 の回転数の値が大きいときほど、電子スロットル 2 3 の開度としては小さな開度が決定される。一方、エンジン 1 1 の回転数の値が小さいときほど、電子スロットル 2 3 の開度としては大きな開度が決定される。すなわち、エンジン 1 1 の回転が停止状態に近づくにつれ、電子スロットル 2 3 の開度は大きくなる。このように電子スロットル 2 3 の開度を調節することにより、クランク角が所望の角度となるようにエンジン 1 1 を停止させることが容易となる。S 1 0 4の後、処理はS 1 0 5へ移行する。

【 0 0 5 0 】

S 1 0 5では、ECU 4 0は、エンジン 1 1 の回転数の値が所定値以下で、かつ、クランク角が所定の角度範囲にあるかどうかを判断する。エンジン 1 1 の回転数の値が所定値以下で、かつ、クランク角が所定の角度範囲にあると判断した場合（S 1 0 5 : Y）、処理はS 1 0 6へ移行する。一方、エンジン 1 1 の回転数の値が所定値よりも大きい場合、あるいはクランク角が所定の角度範囲にない場合（S 1 0 5 : N）、処理はS 1 0 4へ戻る。

【 0 0 5 1 】

S 1 0 5におけるクランク角の所定の角度範囲について説明する。図 8 に示すように、各気筒（# 1 ~ 4）は、時間の経過とともに膨張行程、排気行程、吸気行程、圧縮行程の四つの行程を繰り返している。前記所定の角度範囲は、例えば、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 が、上死点（T D C）から上死点と下死点（B D C）とのほぼ中間の位置までの範囲（図 8 に網掛けで示す範囲）にあるときのクランク角の角度範囲である。すなわち、前記所定の角度範囲は、膨張行程にある気筒 2 の上死点後 0 ° ~ 9 0 ° の範囲である。第 1 気筒の膨張行程が終了すると第 3 気筒の膨張行程が開始し、第 3 気筒の膨張行程が終了すると第 4 気筒の膨張行程が開始する。このように、ある気筒の膨張行程が終了すると別の気筒の膨張行程が開始するため、前記所定の角度範囲には複数の範囲が含まれる。

【 0 0 5 2 】

S 1 0 6では、ECU 4 0は、電子スロットル 2 3 の開度をゼロにする。その後、処理はS 1 0 7へ移行する。

S 1 0 7では、ECU 4 0は、圧縮行程にある気筒 2 の吸気弁 2 6 を開弁する。これにより、圧縮行程にある気筒 2 に過給圧が導入され、当該気筒 2 の筒内圧力が増大する。

【 0 0 5 3 】

このとき膨張行程にある気筒、および圧縮行程にある気筒の様子を図 9 に示す。例えば第 1 気筒が膨張行程にあるとき、第 3 気筒は圧縮行程にある。膨張行程にある第 1 気筒では、燃料噴射停止中であるが、圧縮行程を経ているため筒内圧力が高まっている。この圧力は、第 1 気筒のピストン 3 の上端面に作用し、ピストン 3 を下死点方向へ押圧する力 F_1 となる。一方、圧縮行程にある第 3 気筒のピストン 3 は、第 1 気筒のピストン 3 が下死点方向に移動することで生じるクランクシャフト 5 の回転力により、上死点方向に移動している。S 1 0 7 では、圧縮行程にある第 3 気筒の吸気弁 2 6 が開弁され、第 3 気筒に過給圧が導入される。これにより、第 3 気筒の筒内圧力が増大し、第 3 気筒のピストン 3 の上端面に圧力が作用する。この圧力は、上死点に向かって移動するピストン 3 を、下死点方向へ押圧する力 F_2 となる。これにより、力 F_1 は力 F_2 で相殺される。その結果、第 1 気筒のピストン 3 の下死点に向かう移動が規制され、当該ピストン 3 が停止する。なお、ここでは、当該ピストン 3 は、膨張行程にある第 1 気筒の上死点后 $10^\circ \sim 30^\circ$ の範囲内で停止していることが望ましい。S 1 0 7 の処理により、当該ピストン 3 を上死点后所定の角度範囲内の所望の角度で停止させることが容易となる。

10

【 0 0 5 4 】

図 2 に示すように、S 1 0 7 の後、処理は S 1 0 8 へ移行する。

S 1 0 8 では、ECU 4 0 は、エンジン 1 1 が停止したことを確認し、クランク角情報を保持する。その後、処理は S 1 0 9 へ移行する。

S 1 0 9 では、ECU 4 0 は、クランク角が所定の角度範囲内で停止しているかどうかを判断する。ここでの所定の角度範囲とは、S 1 0 5 の処理で説明した所定の角度範囲と同様、例えば、膨張行程にある気筒 2 の上死点后 $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲である。クランク角が所定の角度範囲内で停止していると判断した場合 (S 1 0 9 : Y)、処理は S 1 1 0 へ移行する。一方、クランク角が所定の角度範囲外で停止していると判断した場合 (S 1 0 9 : N)、処理は S 1 1 2 へ移行する。

20

【 0 0 5 5 】

S 1 1 0 では、ECU 4 0 は、スタータ判定フラグの値として 0 を RAM に記憶する。その後、処理は S 1 1 1 へ移行する。

S 1 1 1 では、ECU 4 0 は、電子スロットル 2 3 の開度を最大にする。その後、処理はエンジン再始動判定処理としての S 3 0 0 へ移行する。

S 1 1 2 では、ECU 4 0 は、スタータ判定フラグの値として 1 を RAM に記憶する。その後、処理は S 3 0 0 へ移行する。

30

【 0 0 5 6 】

図 4 に示す S 3 0 0 は、アクセル操作の再開を検知したときや車両に搭載された機器の消費電力が上昇したとき等、すなわちエンジン始動の条件である再始動条件が成立したことを判定する処理である。S 3 0 0 の一連の処理が実行されたとき、再始動条件が成立したと判定され、処理はメイン処理に戻る。S 3 0 0 が開始されると、処理は先ず S 3 0 1 へ移行する。

【 0 0 5 7 】

S 3 0 1 では、ECU 4 0 は、再始動判定フラグの値として 0 を RAM に記憶する。その後、処理は自動始動判定処理としての S 4 0 0 へ移行する。

40

図 5 に示す S 4 0 0 が開始されると、処理は先ず S 4 0 1 へ移行する。

S 4 0 1 では、ECU 4 0 は、システムに異常が発生しているかどうかを判断する。システムに異常が発生していると判断した場合 (S 4 0 1 : Y)、処理は S 4 0 7 へ移行する。一方、システムに異常は発生していない、すなわちシステムは正常であると判断した場合 (S 4 0 1 : N)、処理は S 4 0 2 へ移行する。

【 0 0 5 8 】

S 4 0 2 では、ECU 4 0 は、車速センサ 4 5 からの信号に基づき、車両に車速が発生しているかどうかを判断する。車両に車速が発生していると判断した場合 (S 4 0 2 : Y)、処理は S 4 0 7 へ移行する。一方、車両に車速は発生していない、すなわち車両は停止していると判断した場合 (S 4 0 2 : N)、処理は S 4 0 3 へ移行する。

50

【 0 0 5 9 】

S 4 0 3では、E C U 4 0は、車両に搭載された空調装置の空調能力が低下しているか、すなわち空調条件が成立したかどうかを判断する。空調条件が成立したと判断した場合 (S 4 0 3 : Y)、処理はS 4 0 7へ移行する。一方、空調条件は成立していないと判断した場合 (S 4 0 3 : N)、処理はS 4 0 4へ移行する。

【 0 0 6 0 】

S 4 0 4では、E C U 4 0は、ブレーキブースターへの負圧が減少しているかどうかを判断する。通常、エンジン 1 1 の回転力は、ブレーキ負圧を所定の圧力に保つための力として働く。そのため、エンジン 1 1 が停止すると、ブレーキブースターへの負圧が減少することがある。ブレーキブースターへの負圧が減少していると判断した場合 (S 4 0 4 : Y)、処理はS 4 0 7へ移行する。一方、ブレーキブースターへの負圧は低下していないと判断した場合 (S 4 0 4 : N)、処理はS 4 0 5へ移行する。

10

【 0 0 6 1 】

S 4 0 5では、E C U 4 0は、車両に搭載された機器へ電力を供給する鉛電池の電圧が低下しているか、すなわち鉛電池条件が成立したかどうかを判断する。鉛電池条件が成立したと判断した場合 (S 4 0 5 : Y)、処理はS 4 0 7へ移行する。一方、鉛電池条件は成立していないと判断した場合 (S 4 0 5 : N)、処理はS 4 0 6へ移行する。

【 0 0 6 2 】

S 4 0 6では、E C U 4 0は、車両に搭載された機器の電力消費量の値が所定値以上かどうかを判断する。電力消費量の値が所定値以上であると判断した場合 (S 4 0 6 : Y)、処理はS 4 0 7へ移行する。一方、電力消費量の値は所定値よりも小さいと判断した場合 (S 4 0 6 : N)、再始動判定フラグの値は0のまま、自動始動判定処理 (S 4 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

20

【 0 0 6 3 】

S 4 0 7では、E C U 4 0は、再始動判定フラグの値として1をR A Mに記憶する。その後、自動始動判定処理 (S 4 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

図 4 に示すように、S 4 0 0の後、処理はS 3 0 2へ移行する。

S 3 0 2では、E C U 4 0は、R A Mに記憶されている再始動判定フラグの値が1かどうかを判断する。再始動判定フラグの値が1であると判断した場合 (S 3 0 2 : Y)、再始動条件が成立したと判定し、エンジン再始動判定処理 (S 3 0 0) を終了してメイン処理へ戻る。一方、再始動判定フラグの値が1でない、すなわち再始動判定フラグの値が0であると判断した場合 (S 3 0 2 : N)、処理はS 3 0 3へ移行する。

30

【 0 0 6 4 】

S 3 0 3では、E C U 4 0は、車両がA T車かどうかを判断する。車両がA T車であると判断した場合 (S 3 0 3 : Y)、処理はA T車操作始動判定処理としてのS 5 0 0へ移行する。一方、車両がA T車でない、すなわちM T車であると判断した場合 (S 3 0 3 : N)、処理はM T車操作始動判定処理としてのS 6 0 0へ移行する。

図 6 に示すS 5 0 0が開始されると、処理は先ずS 5 0 1へ移行する。

【 0 0 6 5 】

S 5 0 1では、E C U 4 0は、シフトポジションがDかどうかを判断する。シフトポジションがDであると判断した場合 (S 5 0 1 : Y)、処理はS 5 0 2へ移行する。一方、シフトポジションがDではない、すなわちシフトポジションがNまたはPであると判断した場合 (S 5 0 1 : N)、処理はS 5 0 5へ移行する。

40

【 0 0 6 6 】

S 5 0 2では、E C U 4 0は、ブレーキペダルが踏まれていない (O F F) 状態かどうかを判断する。ブレーキペダルは踏まれていないと判断した場合 (S 5 0 2 : Y)、処理はS 5 0 4へ移行する。一方、ブレーキペダルは踏まれていると判断した場合 (S 5 0 2 : N)、処理はS 5 0 3へ移行する。

S 5 0 3では、E C U 4 0は、アクセルペダル 1 6 が踏まれている (O N) 状態かどうかを判断する。アクセルペダル 1 6 は踏まれていると判断した場合 (S 5 0 3 : Y)、処

50

理は S 5 0 4 へ移行する。一方、アクセルペダル 1 6 は踏まれていないと判断した場合 (S 5 0 3 : N)、再始動判定フラグの値は 0 のまま、A T 車操作始動判定処理 (S 5 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

【 0 0 6 7 】

S 5 0 4 では、E C U 4 0 は、再始動判定フラグの値として 1 を R A M に記憶する。その後、A T 車操作始動判定処理 (S 5 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

S 5 0 5 では、E C U 4 0 は、ブレーキペダルが踏まれている (O N) 状態でシフトチェンジの操作が行われたかどうかを判断する。ブレーキペダルが踏まれている状態でシフトチェンジの操作が行われたと判断した場合 (S 5 0 5 : Y)、処理は S 5 0 6 へ移行する。一方、ブレーキペダルは踏まれておらず、シフトチェンジの操作も行われていないと判断した場合 (S 5 0 5 : N)、再始動判定フラグの値は 0 のまま、A T 車操作始動判定処理 (S 5 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

【 0 0 6 8 】

S 5 0 6 では、E C U 4 0 は、再始動判定フラグの値として 1 を R A M に記憶する。その後、A T 車操作始動判定処理 (S 5 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

図 7 に示す M T 車操作始動判定処理としての S 6 0 0 が開始されると、処理は先ず S 6 0 1 へ移行する。

【 0 0 6 9 】

S 6 0 1 では、E C U 4 0 は、シフトポジションが N かどうかを判断する。シフトポジションが N であると判断した場合 (S 6 0 1 : Y)、処理は S 6 0 2 へ移行する。一方、シフトポジションが N ではないと判断した場合 (S 6 0 1 : N)、処理は S 6 0 4 へ移行する。

S 6 0 2 では、E C U 4 0 は、クラッチペダルが踏まれている (O N) 状態かどうかを判断する。クラッチペダルは踏まれていると判断した場合 (S 6 0 2 : Y)、処理は S 6 0 3 へ移行する。一方、クラッチペダルは踏まれていないと判断した場合 (S 6 0 2 : N)、再始動判定フラグの値は 0 のまま、M T 車操作始動判定処理 (S 6 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

【 0 0 7 0 】

S 6 0 3 では、E C U 4 0 は、再始動判定フラグの値として 1 を R A M に記憶する。その後、M T 車操作始動判定処理 (S 6 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

S 6 0 4 では、E C U 4 0 は、ブレーキペダルが踏まれていない (O F F) 状態かどうかを判断する。ブレーキペダルは踏まれていないと判断した場合 (S 6 0 4 : Y)、処理は S 6 0 6 へ移行する。一方、ブレーキペダルは踏まれていると判断した場合 (S 6 0 4 : N)、処理は S 6 0 5 へ移行する。

【 0 0 7 1 】

S 6 0 5 では、E C U 4 0 は、クラッチペダルが踏まれていない (O F F) 状態かどうかを判断する。クラッチペダルは踏まれていないと判断した場合 (S 6 0 5 : Y)、処理は S 6 0 6 へ移行する。一方、クラッチペダルは踏まれていると判断した場合 (S 6 0 5 : N)、再始動判定フラグの値は 0 のまま、M T 車操作始動判定処理 (S 6 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

【 0 0 7 2 】

S 6 0 6 では、E C U 4 0 は、再始動判定フラグの値として 1 を R A M に記憶する。その後、M T 車操作始動判定処理 (S 6 0 0) を終了してエンジン再始動判定処理へ戻る。

図 4 に示すように、S 5 0 0 または S 6 0 0 の後、処理は S 3 0 4 へ移行する。

【 0 0 7 3 】

S 3 0 4 では、E C U 4 0 は、R A M に記憶されている再始動判定フラグの値が 1 かどうかを判断する。再始動判定フラグの値が 1 であると判断した場合 (S 3 0 4 : Y)、再始動条件が成立したと判定し、エンジン再始動判定処理 (S 3 0 0) を終了してメイン処理へ戻る。一方、再始動判定フラグの値が 1 でない、すなわち再始動判定フラグの値が 0 であると判断した場合 (S 3 0 4 : N)、処理は S 4 0 0 へ戻る。

【 0 0 7 4 】

図 2 に示すように、S 3 0 0 の一連の処理が終了することで再始動条件が成立したと判定されると、処理は S 1 1 3 へ移行する。

S 1 1 3 では、E C U 4 0 は、R A M に記憶されているスタータ判定フラグの値が 0 かどうかを判断する。スタータ判定フラグの値が 0 であると判断した場合 (S 1 1 3 : Y) 、処理は S 1 2 0 へ移行する。一方、スタータ判定フラグの値が 0 でない、すなわちスタータ判定フラグの値が 1 であると判断した場合 (S 1 1 3 : N) 、処理は S 1 8 3 へ移行する。

【 0 0 7 5 】

S 1 2 0 では、E C U 4 0 は、エンジン停止時に保持したクランク角情報、および気筒 2 に設けられた気筒内温度センサ 4 6 からの信号に基づき、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度以上かどうかを判断する。前記所定の温度としては、燃料が自着火可能な温度の下限が設定されている。膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度以上であると判断した場合 (S 1 2 0 : Y) 、処理は S 1 8 0 へ移行する。一方、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度より低いと判断した場合 (S 1 2 0 : N) 、処理は S 1 8 3 へ移行する。

【 0 0 7 6 】

S 1 8 0 では、E C U 4 0 は、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度に基づき、膨張行程で停止している気筒 2 に噴射する燃料の噴射パターンおよび噴射量を決定する。ここで決定する噴射パターンおよび噴射量は、図 1 0 に示す筒内温度の範囲に基づいて決定する。

図 1 0 に示す筒内温度 a は、気筒内において燃料が自着火可能な温度の下限である。筒内温度 b は、筒内温度 a よりも所定の温度だけ高い温度である。筒内温度 c は、筒内温度 b よりも所定の温度だけ高い温度である。S 1 8 0 では、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が a 以上および b より低いとき、噴射パターンとしてパターン A が決定される。膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が b 以上および c より低いとき、噴射パターンとしてパターン B が決定される。膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が c 以上のときは、噴射パターンとしてパターン C が決定される。図中、パターン A、パターン B、パターン C に示されるそれぞれの波形は、各噴射パターンにおいて E C U 4 0 からインジェクタ 1 5 に出力される噴射パルスを表している。各パターンに示される噴射パルスがインジェクタ 1 5 に出力されると、噴射パルスの立ち上がり時期に応じて、噴射パルスの山の面積に応じた量の燃料がインジェクタ 1 5 から気筒 2 に対して噴射される。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、パターン A に示す噴射パルスがインジェクタ 1 5 に出力された場合、メイン噴射に先立って、メイン噴射時の噴射量よりも少ない量の噴射が 2 回行われる。このように燃料が気筒内に分割噴射されると、燃料が自着火し易くなるとともに、気筒内に燃料の良好な燃焼状態を形成することができる。パターン B に示す噴射パルスがインジェクタ 1 5 に出力された場合、メイン噴射に先立って、メイン噴射時の噴射量よりも少ない量の噴射が 1 回行われる。一方、パターン C に示す噴射パルスがインジェクタ 1 5 に出力された場合、メイン噴射に先立つ噴射は行われず、メイン噴射のみ行われる。

【 0 0 7 8 】

また、気筒内に噴射される燃料は、気筒内の温度が高いほど燃焼可能な量が多くなる。各パターンに示される噴射パルスは、パターン A の噴射パルスによる噴射燃料の総量よりもパターン B の噴射パルスによる噴射燃料の総量のほうが多くなるように、パターン B の噴射パルスによる噴射燃料の総量よりもパターン C の噴射パルスによる噴射燃料の総量のほうが多くなるように設定されている。

【 0 0 7 9 】

図 2 に示すように、S 1 8 0 の後、処理は S 1 8 1 へ移行する。

S 1 8 1 では、E C U 4 0 は、圧縮行程で停止している気筒 2 の排気弁 3 4 を開弁する。これにより、圧縮行程で停止している気筒 2 から、圧縮された空気が排気通路 3 3 へ排

10

20

30

40

50

出される。その結果、当該気筒 2 の筒内圧力、すなわち圧縮圧が低減する。S 1 8 1 の後、処理は S 1 8 2 へ移行する。

【 0 0 8 0 】

S 1 8 2 では、E C U 4 0 は、膨張行程で停止している気筒 2 に対してインジェクタ 1 5 から燃料を噴射する。このとき、E C U 4 0 からインジェクタ 1 5 に出力される噴射パルスの噴射パターンは、S 1 8 0 で決定した噴射パターンである。なお、本実施形態では、S 1 8 2 で噴射する燃料は、高着火性の燃料である。この高着火性の燃料は、例えば、通常噴射する燃料が蓄えられている燃料タンクとは別のタンクに蓄えられ、インジェクタ 1 5 または専用のインジェクタから噴射される。

【 0 0 8 1 】

このとき膨張行程で停止していた気筒、および圧縮行程で停止していた気筒の様子を図 1 1 に示す。例えば第 1 気筒が膨張行程で停止しているとき、第 3 気筒は圧縮行程で停止している。S 1 8 2 での処理により膨張行程で停止している第 1 気筒に対して燃料が噴射されると、燃料が自着火し膨張行程が再開する。第 1 気筒の膨張行程が再開すると、当該気筒のピストン 3 の上端面には力 F 3 が作用し、ピストン 3 は下死点に向かって移動する。本実施形態では、S 1 8 1 の処理により、圧縮行程で停止している第 3 気筒の筒内圧力は低減されている。そのため、第 3 気筒のピストン 3 を下死点方向へ押圧する力 F 4 は低減されている。すなわち、膨張行程が再開した第 1 気筒のピストン 3 の下死点方向への移動を阻害する力は低減されている。これにより、第 1 気筒のピストン 3 は、容易に下死点方向へ移動することができる。その結果、第 1 気筒のピストン 3 に作用する力 F 3 を効率的にクランクシャフト 5 に伝達することができ、エンジン 1 1 をスムーズに回転させることができる。

【 0 0 8 2 】

図 2 に示すように、S 1 8 2 の後、処理は S 1 8 4 へ移行する。

S 1 8 3 では、E C U 4 0 は、スタータ 1 2 を作動させることによってエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させる。その後、処理は S 1 8 4 へ移行する。

S 1 8 4 では、E C U 4 0 は、S 1 8 2 または S 1 8 3 の処理によってエンジン 1 1 が再始動したことを確認する。

【 0 0 8 3 】

S 1 8 4 の処理が実行されると、メイン処理が終了する。その後、再び図 2 に示すメイン処理が開始され、S 2 0 0 の処理が実行される。

上述のように、E C U 4 0 は、S 2 0 0、S 1 0 1 ~ S 1 0 7 において自動停止制御手段として機能する。また、E C U 4 0 は、S 1 0 2 ~ S 1 0 7 においてピストン停止手段として機能する。また、E C U 4 0 は、S 1 0 7 において停止補助手段として機能する。また、E C U 4 0 は、S 3 0 0、S 1 1 3、S 1 2 0、S 1 8 0 ~ S 1 8 4 において再始動手段として機能する。さらに、E C U 4 0 は、S 1 8 1 において圧縮圧低減手段として機能する。

【 0 0 8 4 】

以上説明したように、第 1 実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン停止条件が成立することでエンジン 1 1 が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度以上のとき、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射する。このとき燃料が噴射される気筒 2 の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、膨張行程で停止している当該気筒 2 に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒 2 の膨張行程が再開し、停止していたエンジン 1 1 が再始動する。なお、この場合（膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度以上のとき）、スタータ 1 2 を用いることなくエンジン 1 1 を再始動させることができるため、スタータ 1 2 の使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータ 1 2 およびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータ 1 2 による電力消費を低減することができる。

【 0 0 8 5 】

一方、エンジン停止条件が成立することでエンジン 1 1 が停止した後、再始動条件が成

立し、かつ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が所定の温度より低いとき、エンジン始動装置は、スタータ 1 2 を用いることによってエンジン 1 1 を再始動させる。すなわち、このときの気筒 2 の状態は燃料が自着火しない状態のため、エンジン始動装置は、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射するのではなく、スタータ 1 2 によりエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させることによってエンジン 1 1 の再始動を可能とするのである。

このように、本実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン 1 1 の気筒の筒内温度に基づいて手段を選択し、当該手段によりエンジン 1 1 を再始動させる。したがって、エンジン 1 1 をその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

10

【0086】

また、第 1 実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン停止条件成立後、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 を上死点後所定の角度範囲内で停止させるピストン停止手段を有する。これにより、エンジン停止条件成立後、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 は、上死点後の所定角度範囲内で停止する。前記所定の角度範囲とは、上死点後から下死点までの角度範囲を二等分したときの上死点側の範囲のことである。そのため、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料が噴射されたとき、自着火した燃料の爆発および燃焼により生じる筒内圧力をピストン 3 およびクランクシャフト 5 に効果的に伝達することができる。したがって、エンジン 1 1 の再始動時、エンジン 1 1 をスムーズに回転させることができるとともに、エンジン 1 1 のトルクを高めることができる。

20

【0087】

また、第 1 実施形態によるエンジン始動装置は、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 を上死点後所定の角度範囲内で停止させるとき、圧縮行程にある気筒 2 の吸気弁 2 6 を開弁して筒内圧力を増大させることにより膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 の停止を補助する停止補助手段を有する。これにより、圧縮行程にある気筒 2 のピストン 3 の上端面に圧力が作用し、当該ピストン 3 は下死点方向に押圧される。そのため、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 の下死点に向かう移動が規制され、ピストン 3 が停止する。その結果、膨張行程にある気筒 2 のピストン 3 を停止させるとき、ピストン 3 を上死点後所定の角度範囲内で容易かつ高精度に停止させることができる。

30

【0088】

また、第 1 実施形態によるエンジン始動装置は、再始動条件が成立し、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射するときに、圧縮行程で停止している気筒 2 の排気弁を開弁して筒内圧力を低減させる圧縮圧低減手段を有する。これにより、圧縮行程で停止している気筒 2 のピストン 3 を下死点方向へ押圧する力が低減される。その結果、膨張行程が再開した気筒 2 のピストン 3 の下死点方向への移動を阻害する力が低減される。したがって、エンジン 1 1 の再始動時、エンジン 1 1 をスムーズに回転させることができるとともに、エンジン 1 1 のトルクを高めることができる。

【0089】

さらに、第 1 実施形態によるエンジン始動装置は、再始動条件が成立し、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射するとき、着火性の高い燃料を噴射する。そのため、膨張行程で停止している気筒 2 に対して噴射された燃料は、容易に自着火する。したがって、エンジン 1 1 の再始動をより確実なものとすることができるとともに、エンジン再始動時のエンジン 1 1 のトルクを高めることができる。

40

【0090】

(第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理を図 1 2 に示す。なお、第 1 実施形態と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

第 2 実施形態によるエンジン始動装置は、第 1 実施形態によるエンジン始動装置と同様、図 1 に示すエンジンシステム 1 0 に適用される。図 1 2 に示すように、第 2 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理は、第 1 実施形態によるエンジン始動装置のメイン処

50

理とほぼ同一であるが、S 1 1 3での判断においてスタータ判定フラグの値が0であると判断した場合(S 1 1 3: Y)、S 1 2 0の代わりにS 1 3 0が実行される点で第1実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理と異なる。以下、エンジン始動装置としてのECU 4 0によるS 1 3 0での処理について説明する。

【0091】

S 1 3 0では、ECU 4 0は、エンジン停止時に保持したクランク角情報、ならびに気筒2に設けられた気筒内温度センサ4 6および気筒内圧力センサ4 7からの信号に基づき、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たしているかどうかを判断する。図13に示すように、エンジン11が停止すると、時間の経過とともにエンジン11の気筒2の筒内温度と筒内圧力とは、燃料の自着火可能領域から外れる方向に遷移する。前記所定の条件としては、「筒内温度および筒内圧力が自着火可能領域内にあること」という条件が設定されている。膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たしていると判断した場合(S 1 3 0: Y)、処理はS 1 8 0へ移行する。一方、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係は所定の条件を満たしていないと判断した場合(S 1 3 0: N)、処理はS 1 8 3へ移行する。

【0092】

以上説明したように、第2実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン停止条件が成立することでエンジン11が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たしたとき、膨張行程で停止している気筒2に対して燃料を噴射する。このとき燃料が噴射される気筒2の筒内温度および筒内圧力は燃料が自着火可能な状態のため、膨張行程で停止している当該気筒2に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒2の膨張行程が再開し、停止していたエンジン11が再始動する。なお、この場合(膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係が所定の条件を満たすとき)、スタータ12を用いることなくエンジン11を再始動させることができるため、スタータ12の使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータ12およびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータ12による電力消費を低減することができる。

【0093】

一方、エンジン停止条件が成立することでエンジン11が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度と筒内圧力との関係が前記所定の条件を満たさないとき、エンジン始動装置は、スタータ12を用いることによってエンジン11を再始動させる。すなわち、このときの気筒2の状態は燃料が自着火しない状態のため、エンジン始動装置は、第1実施形態と同様、膨張行程で停止している気筒2に対して燃料を噴射するのではなく、スタータ12によりエンジン11のクランクシャフト5を回転させることによってエンジン11の再始動を可能とするのである。

このように、本実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン11の気筒の筒内温度と筒内圧力との関係に基づいて手段を選択し、当該手段によりエンジン11を再始動させる。したがって、エンジン11をその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

【0094】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理を図14に示す。なお、第1実施形態と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

第3実施形態によるエンジン始動装置は、第1実施形態によるエンジン始動装置と同様、図1に示すエンジンシステム10に適用される。図14に示すように、第3実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理は、第1実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理と類似するが、S 1 1 3以降の処理が異なる。

【0095】

第3実施形態によるエンジン始動装置のメイン処理では、S 1 1 3での判断においてス

10

20

30

40

50

タータ判定フラグの値が0であると判断した場合 (S 1 1 3 : Y)、処理はS 1 4 0へ移行する。一方、スタータ判定フラグの値が0でない、すなわちスタータ判定フラグの値が1であると判断した場合 (S 1 1 3 : N)、処理はS 1 8 3へ移行する。

S 1 4 0では、E C U 4 0は、エンジン停止時に保持したクランク角情報、および気筒2に設けられた気筒内温度センサ46からの信号に基づき、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が、所定の温度である第1所定温度以上かどうかを判断する。前記第1所定温度としては、燃料が自着火可能な温度の範囲内の温度が設定されている。膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第1所定温度以上であると判断した場合 (S 1 4 0 : Y)、処理はS 1 8 0へ移行する。一方、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第1所定温度より低いと判断した場合 (S 1 4 0 : N)、処理はS 1 4 1へ移行する。

10

【0096】

S 1 4 1では、E C U 4 0は、エンジン停止時に保持したクランク角情報、および気筒2に設けられた気筒内温度センサ46からの信号に基づき、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が、所定の温度である第2所定温度以上かどうかを判断する。前記第2所定温度としては、燃料が自着火可能な温度の下限が設定されている。すなわち、第2所定温度は、第1所定温度よりも低い温度である。膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第2所定温度以上であると判断した場合 (S 1 4 1 : Y)、処理はS 1 4 2へ移行する。一方、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第2所定温度より低いと判断した場合 (S 1 4 1 : N)、処理はS 1 8 3へ移行する。

S 1 4 2では、E C U 4 0は、スタータ判定フラグの値として1をR A Mに記憶する。その後、処理はS 1 8 0へ移行する。

20

【0097】

本実施形態では、S 1 8 0 ~ S 1 8 2の後、S 1 4 3が実行される。

S 1 4 3では、E C U 4 0は、R A Mに記憶されているスタータ判定フラグの値が0かどうかを判断する。スタータ判定フラグの値が0であると判断した場合 (S 1 4 3 : Y)、処理はS 1 8 4へ移行する。一方、スタータ判定フラグの値が0でない、すなわちスタータ判定フラグの値が1であると判断した場合 (S 1 4 3 : N)、処理はS 1 8 3へ移行する。

【0098】

本実施形態のエンジン始動装置によれば、E C U 4 0は、クランク角が所定の角度範囲内で停止し (S 1 0 9 : Y、スタータ判定フラグ = 0)、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第1所定温度以上のとき (S 1 4 0 : Y)、S 1 8 0 ~ 1 8 2の処理により膨張行程で停止している気筒2に燃料を噴射することでエンジン11を再始動させる。

30

また、E C U 4 0は、クランク角が所定の角度範囲内で停止し (S 1 0 9 : Y、スタータ判定フラグ = 0)、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が、第1所定温度より低く第2所定温度以上のとき (S 1 4 0 : N、S 1 4 1 : Y、スタータ判定フラグ = 1)、S 1 8 0 ~ 1 8 2の処理により膨張行程で停止している気筒2への燃料噴射と併せ、S 1 8 3の処理によりスタータ12でエンジン11のクランクシャフト5を回転させてエンジン11を再始動させる。

40

さらに、E C U 4 0は、クランク角が所定の角度範囲内で停止しなかったとき (S 1 0 9 : N、スタータ判定フラグ = 1)、またはクランク角が所定の角度範囲内で停止し (S 1 0 9 : Y、スタータ判定フラグ = 0)、かつ、膨張行程で停止している気筒2の筒内温度が第1所定温度および第2所定温度より低いとき (S 1 4 0 : N、S 1 4 1 : N)、S 1 8 0 ~ 1 8 2の処理は実行せず、S 1 8 3の処理によりスタータ12でエンジン11のクランクシャフト5を回転させてエンジン11を再始動させる。

【0099】

このように、本実施形態のエンジン始動装置は、クランク角が所定の角度範囲内で停止しなかった場合、スタータ12のみによりエンジン11を再始動させる。一方、クランク角が所定の角度範囲内で停止した場合、エンジン始動装置は、膨張行程で停止している気

50

筒 2 の筒内温度が第 1 所定温度以上のときは、気筒 2 に燃料を噴射することのみでエンジン 1 1 を再始動させ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が第 1 所定温度より低く第 2 所定温度以上のときは、気筒 2 への燃料噴射と併せ、スタータ 1 2 でエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させてエンジン 1 1 を再始動させ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が第 1 所定温度および第 2 所定温度より低いときは、スタータ 1 2 のみによりエンジン 1 1 を再始動させる（図 1 5 参照）。すなわち、本実施形態のエンジン始動装置は、エンジン 1 1 の気筒 2 の状態（筒内温度）に応じて、エンジン 1 1 を再始動させる手段を選択するのである。

【 0 1 0 0 】

以上説明したように、第 3 実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン停止条件が成立することでエンジン 1 1 が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が第 1 所定温度以上のとき、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射する。このとき燃料が噴射される気筒 2 の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、膨張行程で停止している当該気筒 2 に噴射された燃料は自着火する。これにより、当該気筒 2 の膨張行程が再開し、停止していたエンジン 1 1 が再始動する。なお、この場合（膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が第 1 所定温度以上のとき）、スタータ 1 2 を用いることなくエンジン 1 1 を再始動させることができるため、スタータ 1 2 の使用回数や使用時間の増加が抑制され、スタータ 1 2 およびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータ 1 2 による電力消費を低減することができる。

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態では、エンジン停止条件が成立することでディーゼルエンジンが停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が前記第 1 所定温度よりも低く第 2 所定温度以上のとき、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射するとともにスタータ 1 2 によりエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させる。このとき燃料が噴射される気筒 2 の筒内温度は燃料が自着火可能な温度のため、当該気筒 2 に噴射された燃料は自着火し、当該気筒 2 の膨張行程が再開する。ところで、このときの気筒 2 の筒内温度は、燃料が自着火可能な温度の下限近傍の温度の場合がある。この場合、気筒内で燃料が自着火しても、エンジン 1 1 の回転力は小さいことが予想される。しかしながら、本実施形態では、このとき、気筒 2 に対して燃料を噴射するとともにスタータ 1 2 によりエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させるため、回転初期から燃焼による回転力を得ることができる。これにより、エンジン再始動時間の短縮が可能となりスタータ使用時間の増加が抑制され、スタータおよびその周辺部品の寿命の短縮を防ぐとともにスタータによる電力消費を低減することができる。

【 0 1 0 2 】

さらに、本実施形態では、エンジン停止条件が成立することでエンジン 1 1 が停止した後、再始動条件が成立し、かつ、膨張行程で停止している気筒 2 の筒内温度が前記第 2 所定温度より低いとき、スタータ 1 2 を用いることによってエンジン 1 1 を再始動させる。すなわち、このときの気筒 2 の状態は燃料が自着火しない状態のため、エンジン始動装置は、第 1 実施形態と同様、膨張行程で停止している気筒 2 に対して燃料を噴射するのではなく、スタータ 1 2 によりエンジン 1 1 のクランクシャフト 5 を回転させることによってエンジン 1 1 の再始動を可能とするのである。

このように、本実施形態によるエンジン始動装置は、エンジン 1 1 の気筒 2 の筒内温度に基づいて手段を選択し、当該手段によりエンジン 1 1 を再始動させる。したがって、エンジン 1 1 をその状態に応じた手段によって確実に再始動させつつ、スタータの使用回数や使用時間の増加を抑制することができる。

【 0 1 0 3 】

（その他の実施形態）

本発明のその他の実施形態では、ECU が停止補助手段として機能し、圧縮行程にある気筒の筒内圧力を増大させるとき、吸気弁を開弁することにより過給圧を導入しなくとも、例えば高圧の空気を供給可能な装置を各気筒に設けることにより圧縮行程にある気筒の

筒内圧力を増大させてもよい。

【0104】

また、気筒の筒内温度は、各気筒に設けられた温度センサでの検出信号によらず、例えばラジエータに設置された水温センサなどの検出信号に基づいて推測してもよい。

また、筒内温度に基づいて決定する燃料の噴射パターンは、上述の実施形態で示した3つのパターンに限らず、任意数の複数のパターンから選択してもよい。あるいは、ここで決定する噴射パターンを1つのパターンに固定してもよい。

【0105】

また、ECUが圧縮圧低減手段として機能し、圧縮行程で停止している気筒の圧縮圧を低減するとき、排気弁を開弁することにより気筒内の空気を排気通路へ排出しなくとも、例えば排気弁とは別の弁体などを開弁することにより気筒内の空気を気筒外へ排出し圧縮圧を低減してもよい。

10

また、再始動条件成立後、膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射するとき、高着火性の燃料でなく、通常の燃料を噴射してもよい。

【0106】

また、ECUは、エンジンの再始動時、具体的には上述のS182またはS183などにおいて、エンジンの回転に対する負荷を低減する処理を行ってもよい。この処理としては、例えば、エンジン回転の負荷となり得る空調装置等の作動を停止させておく、エンジン回転の負荷となり得るクラッチの係合を解除しておく、あるいはエンジンの回転力を必要とするサブライポンプへの燃料の供給を停止しておく、などといったことが考えられる。このように、エンジンの再始動時にエンジンの回転に対する負荷を低減することによって、エンジンをより確実に再始動させることができる。

20

【0107】

さらに、本発明のその他の実施形態では、予期せぬエンジン停止時など、自動停止制御手段によらずエンジンが停止した時、上述の実施形態のメイン処理のS109以降の処理を実行することとしてもよい。これにより、自動停止制御手段によらずエンジンが停止した時でも、エンジン停止時のクランク角およびエンジンの気筒内の状態によっては、スタータを用いることなくエンジンを再始動することができる。

【0108】

このように、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の実施形態に適用可能である。

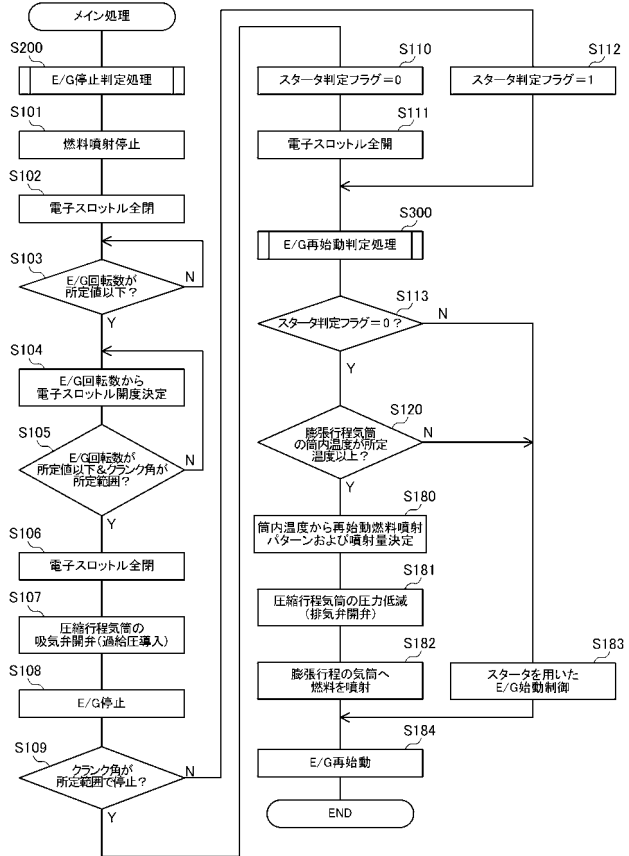
30

【符号の説明】

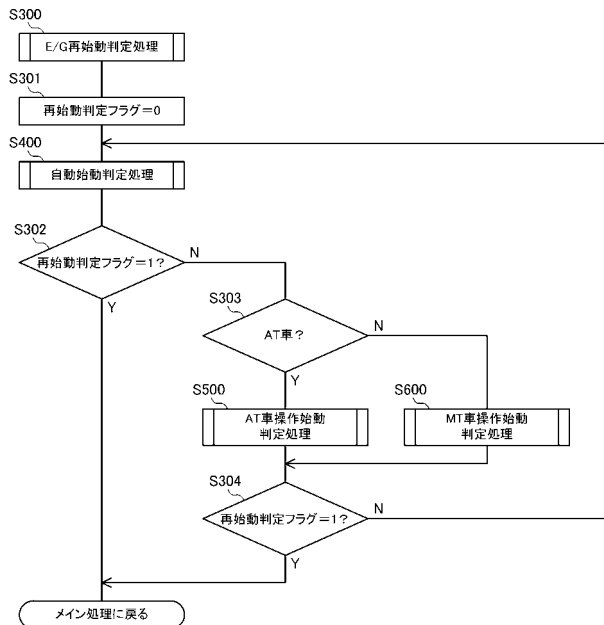
【0109】

2：気筒、11：エンジン（ディーゼルエンジン）、15：インジェクタ（燃料噴射弁）、40：ECU（エンジン始動装置、燃料噴射手段、自動停止制御手段、再始動手段）

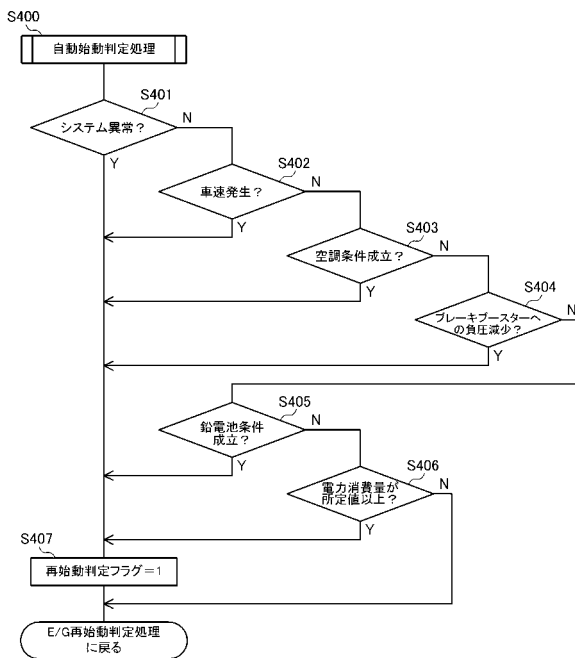
【 図 2 】



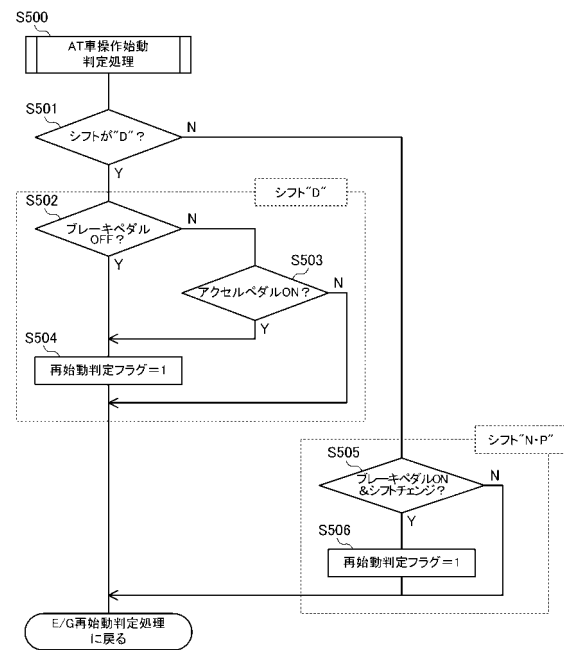
【 図 4 】



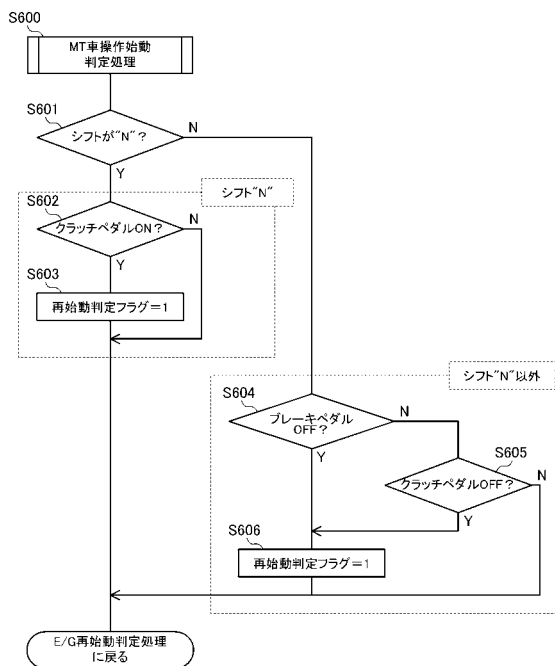
【図 5】



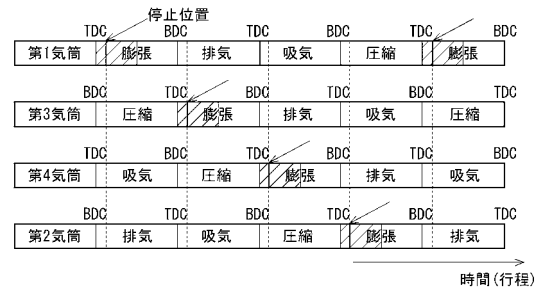
【図 6】



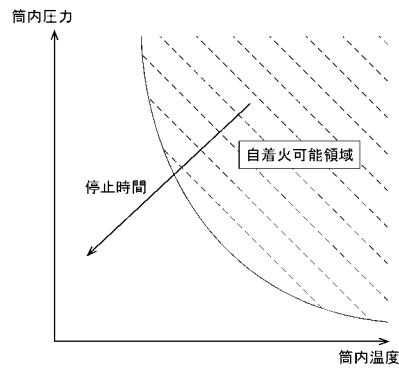
【図 7】



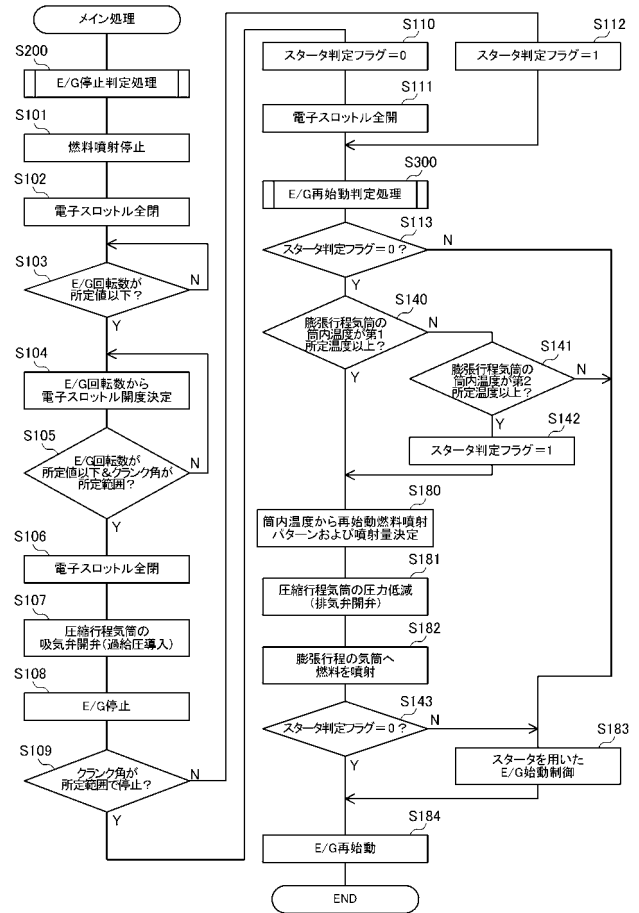
【図 8】



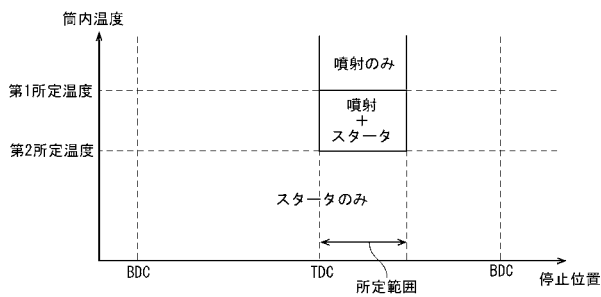
【図 13】



【図 14】



【図 15】



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 23/00 (2006.01)	F 0 2 D	45/00	3 1 0 G	
F 0 2 D 13/02 (2006.01)	F 0 2 D	29/02	3 2 1 B	
F 0 2 D 17/00 (2006.01)	F 0 2 D	29/02	3 2 1 A	
	F 0 2 D	23/00	N	
	F 0 2 D	23/00	K	
	F 0 2 D	13/02	H	
	F 0 2 D	17/00	Q	

F ターム(参考) 3G092 AA02 AC03 BB01 BB06 DA01 DA02 DB00 DC03 EA02 EA08
 EA11 FA32 FB06 GA01 GA10 HA11Z HB03Z HC01Z HE01Z HE03Z
 HE05Z HE08Z HF02Z HF08Z HF13Z HF21Z HF26Z
 3G093 AA12 AB01 BA04 BA21 BA22 CA02 DA01 DA02 DA05 DA06
 DA07 DB05 DB12 DB15 DB19 EA05 EA09 EA14 EA15 FA11
 FB02
 3G301 HA02 HA11 HA19 JB00 JB09 KA04 KA28 LA03 MA11 MA18
 NA08 NE06 PA17Z PE01Z PE03Z PE05Z PE08Z PF01Z PF03Z PF05Z
 PF08Z PF09Z PF10Z PG01Z
 3G384 AA03 AA29 BA05 BA07 BA13 BA18 BA26 BA39 BA54 CA02
 CA23 DA07 DA42 DA44 EB02 EB08 ED07 FA06Z FA15Z FA26Z
 FA28Z FA29Z FA56Z FA58Z FA62Z FA66Z FA71Z FA73Z FA79Z