

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6199783号
(P6199783)

(45) 発行日 平成29年9月20日 (2017.9.20)

(24) 登録日 平成29年9月1日 (2017.9.1)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 O W 10/06 (2006.01)**B 6 O K** 6/445 (2007.10)**B 6 O W** 10/08 (2006.01)**B 6 O W** 20/00 (2016.01)**F O 2 D** 29/02 (2006.01)**B 6 O W** 10/06 9 0 0**B 6 O K** 6/445 Z H V**B 6 O W** 10/08 9 0 0**B 6 O W** 20/00 9 0 0**F O 2 D** 29/02 3 2 1 C

請求項の数 1 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-62472 (P2014-62472)
 (22) 出願日 平成26年3月25日 (2014.3.25)
 (65) 公開番号 特開2015-182679 (P2015-182679A)
 (43) 公開日 平成27年10月22日 (2015.10.22)
 審査請求日 平成28年12月7日 (2016.12.7)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000002967
 ダイハツ工業株式会社
 大阪府池田市ダイハツ町1番1号
 (74) 代理人 100099645
 弁理士 山本 晃司
 (74) 代理人 100104765
 弁理士 江上 達夫
 (74) 代理人 100107331
 弁理士 中村 聡延
 (72) 発明者 河合 高志
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関と、前記内燃機関の出力軸にトルクを出力可能な回転電機と、が搭載されたハイブリッド車両に適用される制御装置において、

前記内燃機関を停止させる所定の停止条件が成立した場合、前記内燃機関が所定の目標クランク角で停止するように前記内燃機関のスロットル開度及び前記回転電機をそれぞれ制御する停止制御手段を備え、

前記停止制御手段は、

前記停止条件が成立して前記内燃機関への燃料供給を停止した後、前記内燃機関の回転数が所定の第1回転数からそれより低い所定の第2回転数に達するまでの前記内燃機関の回転数の単位時間当たりの低下量に基づいて、前記スロットル開度を前記内燃機関への燃料供給を停止したときの開度である供給停止時開度に維持した状態で前記内燃機関の回転数が前記第2回転数より低い所定の第3回転数に達したと仮定したときになると予想されるクランク角である推定クランク角を算出し、

前記内燃機関の回転数が前記第2回転数から前記第3回転数に達するまでの間、前記推定クランク角が予め設定した判定クランク角より進んでいた場合には、前記スロットル開度を前記供給停止時開度より小さくし、前記推定クランク角が前記判定クランク角より遅れていた場合には、前記スロットル開度を前記供給停止時開度より大きくし、

前記内燃機関の回転数が前記第3回転数に達した場合には、前記内燃機関が前記目標クランク角で停止するように前記回転電機からトルクを出力するトルク制御を実行する制御

10

20

装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関と、内燃機関の出力軸にトルクを出力可能な回転電機とが搭載されたハイブリッド車両に適用される制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関を速やかに再始動できるように、内燃機関を所定の状態で停止させる装置が知られている。例えば、クランク軸が所定の回転速度になったときにクランク軸とスタータモータとを接続すべく、内燃機関を停止させる際に惰性回転しているクランク軸の回転速度を予測し、その予測した回転速度に基づいてスタータモータを制御してクランク軸とスタータモータを接続した状態で内燃機関を停止させる装置が知られている（特許文献1参照）。この装置では、燃料供給を停止した後の膨張行程や圧縮行程などの所定の期間におけるクランク軸の回転速度の変化量に基づいて、次の期間のクランク軸の回転速度の変化を予測している。その他、本発明に関連する先行技術文献として特許文献2、3が存在する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献1】特開2013-142288号公報

【特許文献2】特開2009-228637号公報

【特許文献3】特開2005-016505号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

内燃機関を特定のクランク角で停止させ、このクランク角から始動することにより内燃機関の始動性を向上させる始動方法が知られている。特許文献1の装置では、スタータモータとクランク軸が接続した状態で内燃機関が停止するように制御を行っているが、内燃機関を特定のクランク角で停止させる制御は行っていない。クランク軸にトルクを出力可能なようにモータ・ジェネレータなどの回転電機が内燃機関に接続されている場合には、内燃機関を停止させる際に回転電機からトルクを出力して内燃機関を特定のクランク角で停止させることが考えられる。しかしながら、冷間時など回転電機から出力可能なトルクが制限される場合には、トルクが不足して特定のクランク角で内燃機関が停止しないおそれがある。

30

【0005】

そこで、本発明は、冷間時など回転電機から出力可能なトルクが制限される場合であっても特定のクランク角で内燃機関を停止させることが可能なハイブリッド車両の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本発明の制御装置は、内燃機関と、前記内燃機関の出力軸にトルクを出力可能な回転電機と、が搭載されたハイブリッド車両に適用される制御装置において、前記内燃機関を停止させる所定の停止条件が成立した場合、前記内燃機関が所定の目標クランク角で停止するように前記内燃機関のスロットル開度及び前記回転電機をそれぞれ制御する停止制御手段を備え、前記停止制御手段は、前記停止条件が成立して前記内燃機関への燃料供給を停止した後、前記内燃機関の回転数が所定の第1回転数からそれより低い所定の第2回転数に達するまでの前記内燃機関の回転数の単位時間当たりの低下量に基づいて、前記スロットル開度を前記内燃機関への燃料供給を停止したときの開度である供給停止時開度に維持した状態で前記内燃機関の回転数が前記第2回転数より低い所定の第3回転数に達したと

50

仮定したときになると予想されるクランク角である推定クランク角を算出し、前記内燃機関の回転数が前記第2回転数から前記第3回転数に達するまでの間、前記推定クランク角が予め設定した判定クランク角より進んでいた場合には、前記スロットル開度を前記供給停止時開度より小さくし、前記推定クランク角が前記判定クランク角より遅れていた場合には、前記スロットル開度を前記供給停止時開度より大きくし、前記内燃機関の回転数が前記第3回転数に達した場合には、前記内燃機関が前記目標クランク角で停止するように前記回転電機からトルクを出力するトルク制御を実行する（請求項1）。

【発明の効果】

【0007】

本発明の制御装置では、内燃機関を停止させる際に、まず推定クランク角を算出し、その推定クランク角と判定クランク角に基づいてスロットル開度を調整する。これにより内燃機関の回転数が第3回転数に達したときのクランク角を毎回ほぼ同じ値にすることができる。そのため、精度良く所定回転数、所定クランク角から回転電機のトルクを出力することができる。したがって、冷間時など回転電機から出力可能なトルクが制限される場合であっても、目標クランク角で内燃機関を停止させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一形態に係る制御装置が適用されたハイブリッド車両を概略的に示す図。

【図2】本発明の停止制御を実行してエンジンを停止させたときのエンジンの回転数、クランク角、エンジンの運転モード、インジェクタからの燃料噴射量、スロットル開度、及び第1MGの指令トルクの時間変化の一例を示す図。

【図3】車両制御装置が実行する停止制御ルーチンを示すフローチャート。

【図4】図2に続くフローチャート。

【図5】車両制御装置が実行する停止制御切替ルーチンを示すフローチャート。

【図6】車両制御装置が実行する通常時停止制御ルーチンを示すフローチャート。

【図7】図6に続くフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の一形態に係る制御装置が組み込まれたハイブリッド車両を説明する。図1は、ハイブリッド車両1を概略的に示している。車両1は、内燃機関（以下、エンジンと称することがある。）11と、第1モータ・ジェネレータ（以下、第1MGと略称することがある。）12と、第2モータ・ジェネレータ（以下、第2MGと略称することがある。）13とを備えている。エンジン11は、一列に並ぶ3つの気筒11aを備えている。すなわち、エンジン11は直列3気筒の内燃機関として構成されている。このエンジン11は、ハイブリッド車両に搭載される周知の内燃機関であるため、詳細な説明を省略する。第1MG12及び第2MG13は、電動機及び発電機として機能する周知のモータ・ジェネレータである。

【0010】

エンジン11のクランク軸11b及び第1MG12の出力軸12aは、動力分割機構14と接続されている。動力分割機構14には、車両1の駆動輪2に動力を伝達するための出力部15も接続されている。出力部15は、第1ドライブギヤ16と、第1ドライブギヤ16と噛み合うとともにカウンタ軸17に固定されたカウンタギヤ18と、カウンタ軸17に固定された出力ギヤ19とを備えている。出力ギヤ19は、デファレンシャル機構20のケースに設けられたリングギヤ20aと噛み合っている。デファレンシャル機構20は、リングギヤ20aに伝達された動力を左右の駆動輪2に分配する周知の機構である。なお、図1では左右の駆動輪2のうち的一方のみを示す。

【0011】

動力分割機構14は、差動機構としての遊星歯車機構21を備えている。遊星歯車機構21は、シングルピニオン型の遊星歯車機構であり、外歯歯車であるサンギヤSuと、そ

10

20

30

40

50

のサンギヤ S_u に対して同軸的に配置された内歯歯車としてのリングギヤ R_i と、これらのギヤ S_u 、 R_i に噛み合うピニオンギヤ P_i を自転可能かつサンギヤ S_u の周囲を公転可能に保持するキャリア C_a とを備えている。サンギヤ S_u は、第 1 MG 12 の出力軸 12a と連結されている。キャリア C_a は、エンジン 11 のクランク軸 11b と連結されている。リングギヤ R_i は、第 1 ドライブギヤ 16 と連結されている。そのため、サンギヤ S_u が本発明の第 2 回転要素に、キャリア C_a が本発明の第 1 回転要素に、リングギヤ R_i が本発明の第 3 回転要素にそれぞれ相当する。

【0012】

この図に示すように第 2 MG 13 の出力軸 13a には、第 2 ドライブギヤ 22 が設けられている。第 2 ドライブギヤ 22 は、カウンタギヤ 18 と噛み合っている。第 1 MG 12 及び第 2 MG 13 は、不図示のインバータ及び昇圧コンバータを介してバッテリー 23 と電気的に接続されている。

【0013】

エンジン 11、第 1 MG 12、及び第 2 MG 13 の動作は、車両制御装置 30 にて制御される。車両制御装置 30 は、マイクロプロセッサ及びその動作に必要な RAM、ROM 等の周辺機器を含んだコンピュータユニットとして構成されている。車両制御装置 30 は、例えばエンジン 11 の吸入空気量を調整するためのスロットルバルブ（不図示）及び各気筒 11a に燃料を供給するためのインジェクタ（不図示）などを制御してエンジン 11 の動作を制御する。また、車両 1 の速度（車速）及びバッテリー 23 の充電状態に応じて各 MG 12、13 の動作を制御する。車両制御装置 30 には、車両 1 に係る情報を取得するための種々のセンサが接続されている。車両制御装置 30 には、例えば車速センサ 31、クランク角センサ 32、スロットル開度センサ 33、及び冷却水温センサ 34 が接続されている。車速センサ 31 は、車速に対応した信号を出力する。クランク角センサ 32 は、エンジン 11 のクランク角に対応した信号を出力する。スロットル開度センサ 33 は、スロットルバルブの開度（スロットル開度）に対応した信号を出力する。冷却水温センサ 34 は、エンジン 11 の冷却水の温度に対応した信号を出力する。この他にも車両制御装置 30 には種々のセンサやスイッチ等が接続されているが、それらの図示は省略した。

【0014】

車両制御装置 30 は、所定の停止条件が成立した場合に、各気筒 11a への燃料供給を停止して燃焼を停止させ、これによりエンジン 11 を停止させる。この車両 1 では、車速が予め設定した所定の判定速度以下になると第 2 MG 13 のみで車両 1 を走行させる。そのため、停止条件は、例えば車速がこの判定速度以下になった場合に成立したと判定される。

【0015】

また、車両制御装置 30 は、エンジン 11 を停止させる場合に、予め設定した所定の目標クランク角でエンジン 11 が停止するように、スロットル開度及び第 1 MG 12 を制御する。なお、目標クランク角には、例えばエンジン 11 の始動時に最も振動を抑制することが可能なクランク角が設定される。具体的には、例えばいずれかの気筒 11a が圧縮行程の上死点になるクランク角が目標クランク角に設定される。図 2 を参照してエンジン 11 を停止させる際に行う停止制御の概要について説明する。図 2 は、停止制御を実行してエンジン 11 を停止させたときのエンジン 11 の回転数、クランク角、エンジン 11 の運転モード、インジェクタからの燃料噴射量、スロットル開度、及び第 1 MG 12 の指令トルクの時間変化の一例を示している。なお、第 1 MG 12 の指令トルクは、車両制御装置 30 から第 1 MG 12 に出力される指令値である。また、正の指令トルクは、クランク軸 11b を正転方向（エンジン 11 の運転時に回転する方向）に回転させるトルクであり、負の指令トルクは、クランク軸 11b を制動するトルクである。

【0016】

この停止制御では、各気筒 11a への燃料供給を停止した後、エンジン 11 の回転数が所定の第 1 回転数 N_{e1} からそれより低い所定の第 2 回転数 N_{e2} に達するまでの単位時間当たりのエンジン 11 の回転数の低下量を算出する。この算出は、エンジン 11 の回転

10

20

30

40

50

数が第 2 回転数 N_{e2} に達した時点で行われる。また、車両制御装置 30 は、この時点におけるクランク角 CRK_{n2} を取得する。低下量は、例えば以下に示す (1) 式を用いて算出すればよい。

【0017】

$$X = N_e / T = (N_{e2} - N_{e1}) / (T_2 - T_1) \quad \cdots (1)$$

【0018】

なお、この式中の X は単位時間当たりのエンジン 11 の回転数の低下量である。 T_1 はエンジン 11 の回転数が第 1 回転数 N_{e1} になったときの時間であり、 T_2 はエンジン 11 の回転数が第 2 回転数 N_{e2} になったときの時間である。 N_e は、第 2 回転数 N_{e2} と第 1 回転数 N_{e1} の差である。 T は、時間 T_2 と時間 T_1 の差すなわち図 2 の期間 P_1 の長さである。なお、この図に示すように期間 P_1 では、スロットル開度が気筒 11a への燃料供給を停止したときの開度 (以下、供給停止時開度と称することがある。) にほぼ維持される。

【0019】

次に算出した低下量 X に基づいて、スロットル開度を供給停止時開度に維持した状態で、エンジン 11 の回転数が第 3 回転数 N_{e3} に達したと仮定したときになると予想されるクランク角 (以下、推定クランク角と称することがある。) CRK を算出する。なお、図 3 に示すように第 3 回転数 N_{e3} は、第 2 回転数 N_{e2} より低い回転数である。推定クランク角 CRK は、例えば以下に示す (2) ~ (4) 式を用いて算出すればよい。

【0020】

$$T' = (N_{e2} - N_{e3}) / X \quad \cdots (2)$$

$$C = N_{e2} / 60 \times T' \times 360 \quad \cdots (3)$$

$$CRK = CRK_{n2} + C \quad \cdots (4)$$

【0021】

なお、これらの式中の T' はエンジン 11 の回転数が第 2 回転数 N_{e2} から第 3 回転数 N_{e3} に低下するまでに掛かると予想される時間、すなわち図 2 の期間 P_2 の長さである。 C は、エンジン 11 の回転数が第 2 回転数 N_{e2} から第 3 回転数 N_{e3} に低下するまでにクランク角が移動すると予想される移動量である。

【0022】

その後、この停止制御では、算出した推定クランク角 CRK と、予め設定した判定クランク角 C とを比較する。判定クランク角 C は、エンジン 11 の回転数が第 3 回転数 N_{e3} に達したときにエンジン 11 のクランク角がこの判定クランク角 C であれば、第 1 MG 12 から所定のトルク範囲内のトルクを出力することでエンジン 11 を目標クランク角で停止させることが可能なクランク角が設定される。なお、このトルク範囲には、冷間時など第 1 MG 12 から出力可能なトルクが制限されたときの制限範囲が設定される。すなわち、この停止制御では、第 1 MG 12 から制限範囲内のトルクを出力すればエンジン 11 を目標クランク角で停止できる。

【0023】

そして、判定クランク角 C に対して推定クランク角 CRK が進んでいた場合は、図 2 に破線 L_a で一例を示したようにスロットル開度を供給停止時開度より小さくする。この際、スロットル開度をどの程度小さくするかは、判定クランク角 C と推定クランク角 CRK との差に応じて設定すればよい。例えば、この差が大きいほどスロットル開度の変化量を大きくする、言い換えればこの差が大きいほどスロットル開度をより小さくすればよい。一方、判定クランク角 C に対して推定クランク角 CRK が遅れていた場合には、図 2 に破線 L_b で一例を示したようにスロットル開度を供給停止時開度より大きくする。スロットル開度をどの程度大きくするかは、判定クランク角 C と推定クランク角 CRK との差に応じて設定すればよい。例えば、この差が大きいほどスロットル開度の変化量を大きくする、言い換えればこの差が大きいほどスロットル開度をより大きくすればよい。そして、判定クランク角 C と推定クランク角 CRK がほぼ同じ場合には、図 2 に破線 L_c で一例を示したようにスロットル開度を供給停止時開度に維持する。以降では、このように調整した

10

20

30

40

50

後のスロットル開度を調整スロットル開度と称することがある。

【0024】

その後、エンジン11の回転数が実際に第3回転数 N_{e3} に達すると第1MG12からトルクを出力してエンジン11を目標クランク角で停止させる。この停止制御では、この際に行われる第1MG12の制御として回転数引き下げ制御、位置合わせ制御、トルク抜き制御、及び逆回転防止制御が設けられている。これらの制御は、回転数引き下げ制御、位置合わせ制御、トルク抜き制御、逆回転防止制御の順番で実行される。

【0025】

回転数引き下げ制御は、エンジン11の回転数が予め設定した所定の第4回転数 N_{e4} 以下になるまで実行される。この第4回転数 N_{e4} は、位置合わせ制御を開始する回転数である。エンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} 以下になると、位置合わせ制御が開始される。この位置合わせ制御では、エンジン11が停止したときにクランク軸11bが予め設定した目標クランク角になるように第1MG12からトルクを出力する。

10

【0026】

位置合わせ制御は、エンジン11の回転数が予め設定した所定の第5回転数 N_{e5} 以下になるまで実行される。この第5回転数 N_{e5} は、トルク抜き制御を開始する回転数である。エンジン11の回転数が第5回転数 N_{e5} 以下になるとトルク抜き制御が開始される。このトルク抜き制御では、第1MG12のトルクをゼロに低下させる。トルク抜き制御は、エンジン11の回転数が第6回転数 N_{e6} 以下になるまで実行される。この第6回転数 N_{e6} は、逆回転防止制御を開始する回転数である。なお、第4回転数 N_{e4} 、第5回転数 N_{e5} 、及び第6回転数 N_{e6} の大小関係は、 $N_{e6} < N_{e5} < N_{e4} < \text{アイドル回転数}$ である。

20

【0027】

エンジン11の回転数が第6回転数 N_{e6} 以下になると逆回転防止制御が実行される。この逆回転防止制御では、クランク軸11bがエンジン11の運転時に回転する正転方向とは逆の逆転方向に回転せず、かつクランク軸11bが目標クランク角に停止するように第1MG12からトルクを出力する。この逆回転防止制御は、エンジン11が停止するまで実行される。エンジン11が停止した場合には第1MG12も停止させる。

【0028】

図3及び図4は、車両制御装置30がこのようにスロットル開度及び第1MG11を制御するために実行する機関停止制御ルーチンを示している。なお、図4は図3に続く制御ルーチンである。この制御ルーチンはエンジン11の運転中に所定の周期で繰り返し実行される。また、この制御ルーチンは車両制御装置30が実行する他の制御ルーチンと並行に実行される。この制御ルーチンを実行することにより、車両制御装置30が本発明の制御手段として機能する。

30

【0029】

この制御ルーチンにおいて車両制御装置30は、まずステップS11で車両1の状態を取得する。車両1の状態としては、車速、クランク角、スロットル開度、及び冷却水温が取得される。また、この処理では、クランク角センサ32の出力信号に基づいてエンジン11の回転数も取得される。次のステップS12において車両制御装置30は、上述した停止条件が成立したか否か判定する。停止条件が不成立と判定した場合は今回の制御ルーチンを終了する。

40

【0030】

一方、停止条件が成立したと判定した場合はステップS13に進み、車両制御装置30は燃焼停止制御を実行する。この燃焼停止制御では、インジェクタを制御して各気筒11aへの燃料供給を停止し、エンジン11の燃焼を停止させる。続くステップS14において車両制御装置30は、第2回転数 N_{e2} を設定する。なお、図2に示したようにこの第2回転数 N_{e2} は、スロットル開度の調整を開始する回転数である。第2回転数 N_{e2} は、例えば停止条件が成立したときのエンジン11の回転数及び冷却水温に基づいて設定される。第2回転数 N_{e2} は、停止条件が成立したときのエンジン11の回転数よりも低い

50

回転数であり、かつ第1回転数 N_{e1} より低い回転数が設定される。また、第2回転数 N_{e2} には、冷却水温が低いほど低い回転数が設定される。なお、エンジン11が、一部の気筒11aを休止させ、残りの気筒11aのみで運転可能な可変気筒エンジンである場合には、停止条件が成立したときに稼働している気筒11aの数に応じて第2回転数 N_{e2} を変更してもよい。例えば、第2回転数 N_{e2} には、稼働気筒11aの数が多いほど低い回転数を設定すればよい。

【0031】

次のステップS15において車両制御装置30は、エンジン11の回転数が第2回転数 N_{e2} 以下になったか否か判定する。エンジン11の回転数が第2回転数 N_{e2} より高いと判定した場合はステップS15に戻り、車両制御装置30はエンジン11の回転数が第2回転数 N_{e2} 以下になるまでステップS15を繰り返し実行する。

10

【0032】

一方、エンジン11の回転数が第2回転数 N_{e2} 以下になったと判定した場合はステップS16に進み、車両制御装置30はこの時点におけるクランク角 $CRKn2$ を取得する。続くステップS17において車両制御装置30は、上述した方法にてエンジン11の回転数が第1回転数 N_{e1} から第2回転数 N_{e2} に達するまでの単位時間当たりのエンジン11の回転数の低下量 X を算出する。次のステップS18において車両制御装置30は、上述した方法にて推定クランク角 CRK を算出する。次のステップS19において車両制御装置30は、判定クランク角 C 及び推定クランク角 CRK に基づいて上述した方法で調整スロットル開度を算出する。その後、ステップS20において車両制御装置30は、スロットル開度を算出した調整スロットル開度に調整する。

20

【0033】

次のステップS21において車両制御装置30は、エンジン11の回転数が第3回転数 N_{e3} 以下になったか否か判定する。エンジン11の回転数が第3回転数 N_{e3} より高いと判定した場合はステップS21に戻り、車両制御装置30はエンジン11の回転数が第3回転数 N_{e3} 以下になるまでステップS21を繰り返し実行する。

【0034】

一方、エンジン11の回転数が第3回転数 N_{e3} 以下になったと判定した場合はステップS22に進み、車両制御装置30はスロットル開度の調整を終了する。この際、車両制御装置30は、スロットル開度を調整前の開度（供給停止時開度）に戻す。次の図4のステップS23において、車両制御装置30はこの時点のエンジン11の回転数に基づいて回転数引き下げトルクを設定する。この回転数引き下げトルクは、エンジン11の回転数を速やかに引き下げるために第1MG12から出力するトルクである。エンジン11の回転数が高いほどエンジン11の回転数を引き下げるために必要なトルクが大きくなる。そこで、回転数引き下げトルクには、エンジン11の回転数が大きいほど大きい値が設定される。なお、この関係は予め実験や数値計算等により求めて車両制御装置30のROMにマップとして記憶させておけばよい。

30

【0035】

次のステップS24において車両制御装置30は、回転数引き下げ制御を実行する。この回転数引き下げ制御では、設定した回転数引き下げトルクを第1MG12から出力してエンジン11の回転数を引き下げる。次のステップS25において車両制御装置30は、エンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} 以下になったか否か判定する。エンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} より高いと判定した場合はステップS24に戻り、車両制御装置30はエンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} 以下になるまでステップS24及びS25を繰り返し実行する。

40

【0036】

一方、エンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} 以下になったと判定した場合はステップS26に進み、車両制御装置30はエンジン11の回転数が第4回転数 N_{e4} 以下になったと判定したときのクランク角（以下、位置合わせ制御開始時クランク角と称することがある。）に基づいて位置合わせトルクを設定する。この位置合わせトルクは、エンジン

50

11が第4回転数Ne4以下になった時にクランク軸11bが上述した目標クランク角になるように第1MG12から出力するトルクである。エンジン11の回転数が第4回転数Ne4から第5回転数Ne5になるまで、第1MG12から回転数引き下げトルクを継続して出力したと仮定する。この場合にエンジン11の停止時のクランク角が目標クランク角になる位置合わせ制御開始時クランク角は、目標クランク角及びエンジン11の仕様に応じて求まる。以下、このような位置合わせ制御開始時クランク角を第1基準クランク角と称することがある。そして、エンジン11の停止時のクランク角を目標クランク角にするためには、位置合わせ制御開始時クランク角と第1基準クランク角との差が大きいほど第1MG12から出力するトルクを大きくする必要がある。そこで、位置合わせトルクには、位置合わせ制御開始時クランク角と第1基準クランク角との差が大きいほど大きい値を設定する。この位置合わせ制御開始時クランク角と第1基準クランク角との差と位置合わせトルクとの関係は、予め実験や数値計算等により求めて車両制御装置30のROMにマップとして記憶させておけばよい。そして、このマップと位置合わせ制御開始時クランク角とに基づいて位置合わせトルクを設定すればよい。

【 0 0 3 7 】

次のステップ S 2 7 において車両制御装置 3 0 は、位置合わせ制御を実行する。この位置合わせ制御では、回転数引き下げトルクと位置合わせトルクとを合計したトルクが第 1 M G 1 2 から出力される。続くステップ S 2 8 において車両制御装置 3 0 は、エンジン 1 1 の回転数が第 5 回転数 N e 5 以下になったか否か判定する。エンジン 1 1 の回転数が第 5 回転数 N e 5 より高いと判定した場合はステップ S 2 7 に戻り、車両制御装置 3 0 はエンジン 1 1 の回転数が第 5 回転数 N e 5 以下になるまでステップ S 2 7 及び S 2 8 を繰り返し実行する。

【 0 0 3 8 】

一方、エンジン 11 の回転数が第 5 回転数 N_{e5} 以下になったと判定した場合はステップ S 29 に進み、車両制御装置 30 は、トルク抜き制御を実行する。このトルク抜き制御では、第 1 MG 12 のトルクが予め設定した所定のトルク抜きレートで低下するように第 1 MG 12 が制御される。続くステップ S 30 において車両制御装置 30 は、エンジン 11 の回転数が第 6 回転数 N_{e6} 以下になったか否かを判定する。エンジン 11 の回転数が第 6 回転数 N_{e6} より高いと判定した場合はステップ S 29 に戻り、車両制御装置 30 はエンジン 11 の回転数が第 6 回転数 N_{e6} 以下になるまでステップ S 29 及び S 30 を繰り返し実行する。

【 0 0 3 9 】

一方、エンジン 11 の回転数が第 6 回転数 N_{e6} 以下になったと判定した場合はステップ S31 に進み、車両制御装置 30 は第 1 MG12 のトルクがゼロになったときのクランク角（以下、逆回転防止制御開始時クランク角と称することがある。）に基づいて逆回転防止トルクを設定する。この逆回転防止トルクは、クランク軸 11b が逆転方向に回転することを防止しつつクランク軸 11b を目標クランク角に停止させるために第 1 MG12 から出力するトルクである。エンジン 11 の回転数が第 6 回転数 N_{e6} からゼロになるまで、第 1 MG12 の出力トルクをゼロにしたと仮定する。この場合にエンジン 11 の停止時のクランク角が目標クランク角になる逆回転防止制御開始時クランク角は、目標クランク角及びエンジン 11 の仕様に応じて求まる。以下、このような逆回転防止制御開始時クランク角を第 2 基準クランク角と称することがある。そして、エンジン 11 の停止時のクランク角を目標クランク角にするためには、逆回転防止制御開始時クランク角と第 2 基準クランク角との差が大きいほど第 1 MG12 から出力するトルクを大きくする必要がある。そこで、逆回転防止トルクには、逆回転防止制御開始時クランク角と第 2 基準クランク角との差が大きいほど大きい値を設定する。この逆回転防止制御開始時クランク角と第 2 基準クランク角との差と逆回転防止トルクとの関係は、予め実験や数値計算等により求めて車両制御装置 30 の ROM にマップとして記憶させておけばよい。そして、このマップと逆回転防止制御開始時クランク角とに基づいて逆回転防止トルクを設定すればよい。

【 0 0 4 0 】

次のステップS 3 2において車両制御装置3 0は、逆回転防止制御を実行する。この逆回転防止制御では、設定した逆回転防止トルクが第1 M G 1 2から出力される。続くステップS 3 3において車両制御装置3 0は、エンジン1 1が停止したか否か、すなわちエンジン1 1の回転数がゼロになったか否か判定する。エンジン1 1が停止していないと判定した場合はステップS 3 2に戻り、車両制御装置3 0はエンジン1 1が停止するまでステップS 3 2及びS 3 3を繰り返し実行する。

【0 0 4 1】

一方、エンジン1 1が停止したと判定した場合はステップS 3 4に進み、車両制御装置3 0は第1 M G 停止制御を実行する。この第1 M G 停止制御では、第1 M G 1 2の出力トルクをゼロにして第1 M G 1 2を停止させる。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

10

【0 0 4 2】

以上に説明したように、この形態によれば、エンジン1 1を停止させる際に、まずエンジン1 1の回転数が第3回転数 N_{e3} に達したときにクランク角が判定クランク角 C になるようにスロットル開度を調整する。そのため、精度良く所定回転数、所定クランク角から第1 M G 1 2のトルクを出力することができる。したがって、冷間時など第1 M G 1 2から出力可能なトルクが制限される場合であっても、目標クランク角でエンジン1 1を停止させることができる。また、このようにエンジン1 1を停止させることにより、エンジン1 1を停止させる際に第1 M G 1 2から出力するトルクを低減できるので、エネルギー効率を向上できる。そして、このように目標クランク角でエンジン1 1を停止させることにより、次のエンジン1 1の始動時の振動を低減できる。

20

【0 0 4 3】

上述した形態では、第1 M G 1 2が本発明の回転電機に相当する。図3及び図4の制御ルーチンを実行することにより、車両制御装置3 0が本発明の停止制御手段として機能する。回転数引き下げ制御、位置合わせ制御、トルク抜き制御、及び逆回転防止制御が本発明のトルク制御に相当する。

【0 0 4 4】

なお、上述した停止制御は、冷間時など第1 M G 1 2の出力トルクが制限される場合に用い、第1 M G 1 2の出力トルクが制限されない場合には他の停止制御でエンジン1 1を停止させてもよい。図5～図7を参照してこのように停止制御を切り替える方法について説明する。なお、図7は図6に続く制御ルーチンである。図5～図7において上述した図3、4と共通の処理には同一の符号を付して説明を省略する。

30

【0 0 4 5】

図5は、第1 M G 1 2の出力トルクが制限されているか否かに応じて停止制御を切り替えるために車両制御装置3 0が実行する停止制御切替ルーチンを示している。このルーチンは、エンジン1 1の運転中に所定の周期で繰り返し実行される。また、このルーチンは車両制御装置3 0が実行する他の制御ルーチンと並行に実行される。

【0 0 4 6】

このルーチンにおいて車両制御装置3 0は、まずステップS 1 1で車両1の状態を取得する。次のステップS 1 2において車両制御装置3 0は、停止条件が成立したか否か判定する。停止条件が不成立と判定した場合は今回のルーチンを終了する。

40

【0 0 4 7】

一方、停止条件が成立したと判定した場合はステップS 4 1に進み、車両制御装置3 0は第1 M G 1 2の出力トルクが制限されているか否か判定する。上述したように第1 M G 1 2の出力トルクは、冷間時などに制限される。そのため、この判定は、例えばエンジン1 1の冷却水温などに基づいて行えばよい。第1 M G 1 2の出力トルクが制限されると判定した場合はステップS 4 2に進み、車両制御装置3 0は制限時停止制御を実行する。この処理では、図3及び図4に示した停止制御が実行される。なお、この場合には図3のステップS 1 2の処理を省略してもよい。その後、今回のルーチンを終了する。

【0 0 4 8】

一方、第1 M G 1 2の出力トルクが制限されていないと判定した場合はステップS 4 3

50

に進み、車両制御装置 30 は通常時停止制御を実行する。この処理では、図 6 及び図 7 に示した通常時停止制御が実行される。その後、今回のルーチンを終了する。

【0049】

図 6 及び図 7 に示した通常時停止制御ルーチンは、車両制御装置 30 が実行する他の制御ルーチンと並行に実行される。この通常時停止制御ルーチンでは、ステップ S 11 ~ S 13 まで図 3 の停止制御ルーチンと同様に処理を進める。次のステップ S 51 において車両制御装置 30 は、燃料供給を停止したときのエンジン 11 の回転数に基づいて回転数引き下げトルクを設定する。上述したようにエンジン 11 の回転数が高いほどエンジン 11 の回転数を引き下げるために必要なトルクが大きくなる。そのため、回転数引き下げトルクには、エンジン 11 の燃焼を停止させたときのエンジン 11 の回転数が大きいほど大きい値が設定される。その後、車両制御装置 30 は、ステップ S 24 ~ S 28 まで図 3 及び図 4 に示した制御ルーチンと同様に処理を進める。

【0050】

ステップ S 28 においてエンジン 11 の回転数が第 5 回転数 N_{e5} 以下になったと判定した場合は図 7 のステップ S 52 に進み、車両制御装置 30 は、エンジン 11 の回転数が第 5 回転数 N_{e5} 以下になったと判定されたときの第 1 MG 12 のトルク、すなわち位置合わせ制御の終了時の第 1 MG 12 のトルク（以下、制御最終値と称することがある。）に基づいてトルク抜きレートを設定する。このトルク抜きレートは、トルク抜き制御において第 1 MG 12 のトルクを制御最終値からゼロにする際の単位時間当たりのトルクの変化量である。トルク抜きレートには、制御最終値の絶対値が大きいほど大きい値が設定される。なお、この関係は、制御最終値が異なってもトルク抜き制御で第 1 MG 12 のトルクをゼロにしたときのエンジン 11 の回転数が同じ回転数になるように設定される。この関係は予め実験や数値計算等により求めて車両制御装置 30 の ROM にマップとして記憶させておけばよい。そして、このマップと制御最終値とに基づいてトルク抜きレートを設定すればよい。

【0051】

次のステップ S 53 において車両制御装置 30 は、トルク抜き制御を実行する。このトルク抜き制御では、第 1 MG 12 のトルクが設定したトルク抜きレートで低下するように第 1 MG 12 が制御される。その後、ステップ S 30 に進み、以降は図 3 及び図 4 に示した制御ルーチンと同様に処理を進める。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

【0052】

このように第 1 MG 12 の出力トルクが制限されない場合には、第 1 MG 12 のトルクのみで停止時のエンジン 11 のクランク角を目標クランク角にすることにより、制御を簡略化できる。そのため、車両制御装置 30 に掛かる負荷を軽減できる。一方、第 1 MG 12 の出力トルクが制限されている場合には、図 3 及び図 4 に示した停止制御方法でエンジン 11 を停止させる。そのため、冷間時など第 1 MG 12 から出力可能なトルクが制限される場合であっても、目標クランク角でエンジン 11 を停止させることができる。

【0053】

本発明は、上述した形態に限定されることなく、種々の形態にて実施することができる。例えば、本発明が適用される内燃機関は 3 気筒の内燃機関に限定されない。2 気筒の内燃機関、又は 4 つ以上の気筒を有する内燃機関に本発明を適用してよい。また、内燃機関のクランク軸には、回転電機として電動機が動力伝達可能に接続されてもよい。この際、電動機はクランク軸と直接接続されていてもよい。

【符号の説明】

【0054】

- 1 ハイブリッド車両
- 11 内燃機関
- 11b クランク軸（出力軸）
- 12 第 1 モータ・ジェネレータ（回転電機）
- 30 車両制御装置（停止制御手段）

10

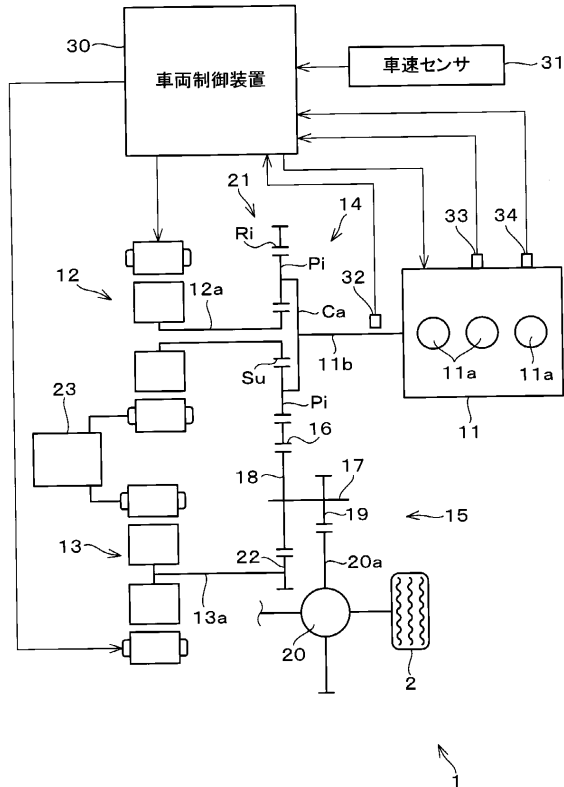
20

30

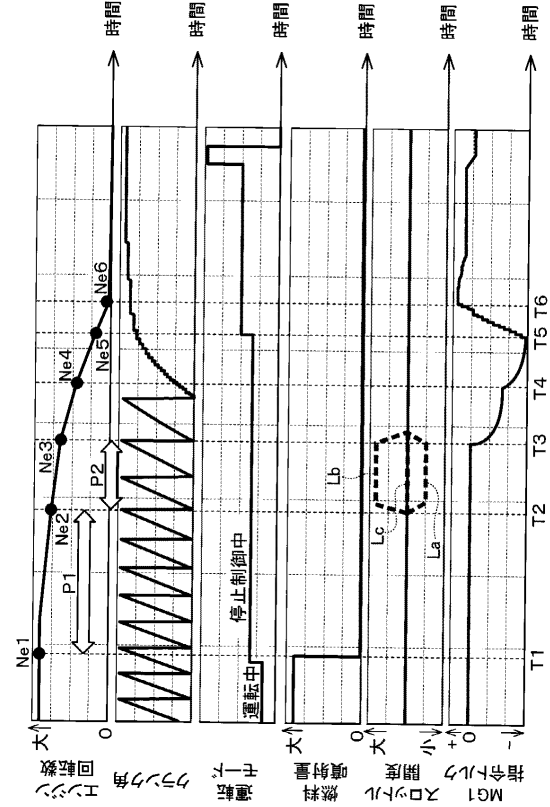
40

50

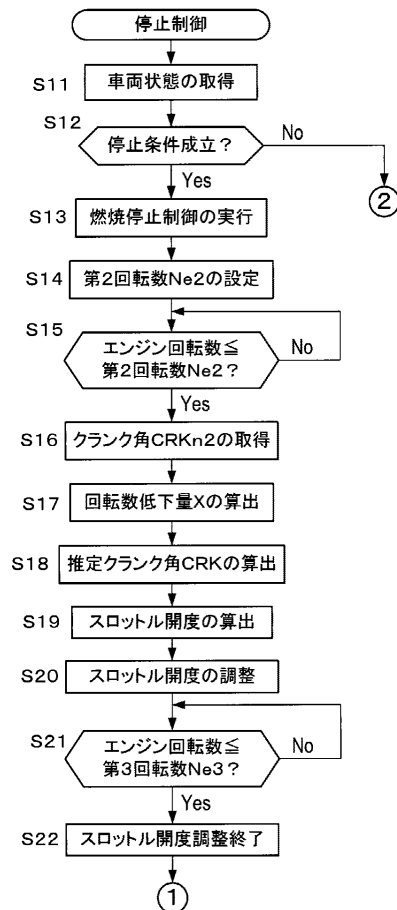
【図 1】



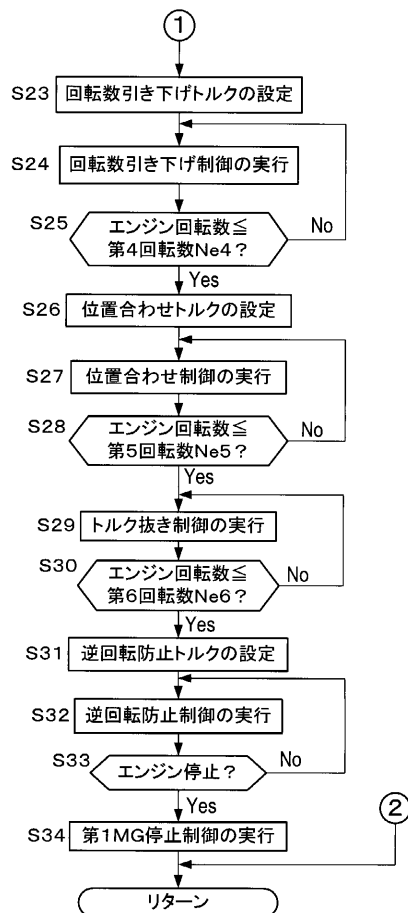
【図 2】



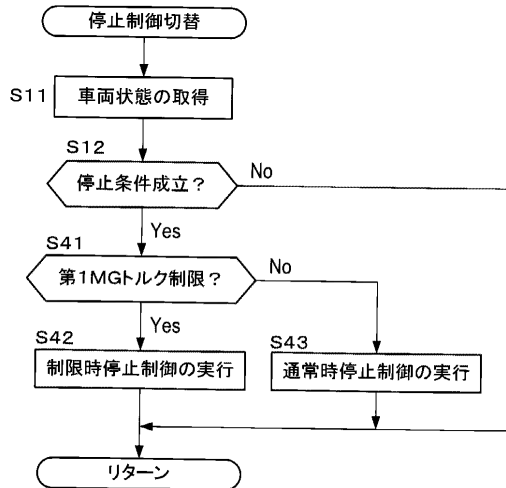
【図 3】



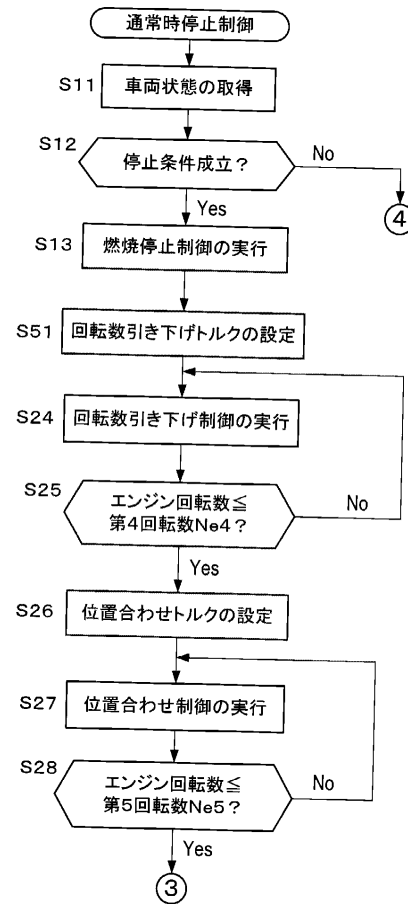
【図 4】



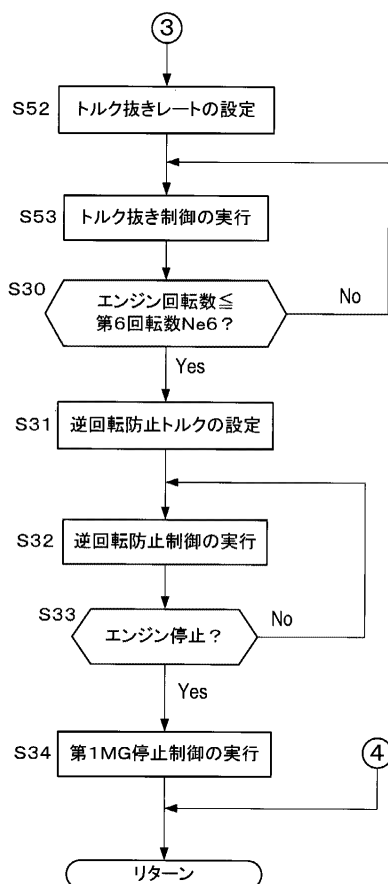
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 29/06 (2006.01) F 0 2 D 29/06 D

(72)発明者 前田 聡司
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 増子 真

(56)参考文献 国際公開第2013/153634(WO,A1)
特開平09-264235(JP,A)
特開2003-314341(JP,A)
特開2007-099017(JP,A)
特開2014-205458(JP,A)
特開2013-142288(JP,A)
特開2009-228637(JP,A)
特開2005-016505(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 2 0 / 5 0