

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年12月21日(21.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/217501 A1

- (51) 国際特許分類:
F02N 11/08 (2006.01) F02N 11/00 (2006.01)
F02D 45/00 (2006.01) F02N 11/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/022171
- (22) 国際出願日: 2017年6月15日(15.06.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-119994 2016年6月16日(16.06.2016) JP
特願 2017-103946 2017年5月25日(25.05.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中岡 卓郎 (NAKAOKA, Takuro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 井村 彰宏 (IMURA, Akihiro); 〒4488661 愛知県刈谷市

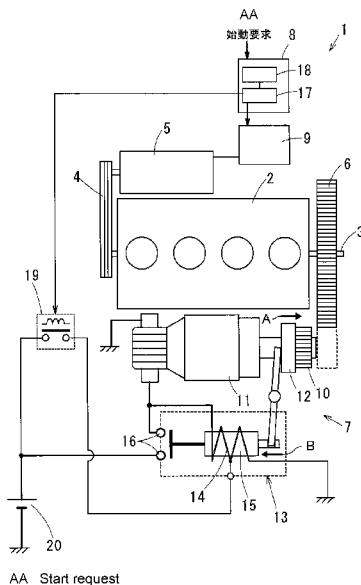
昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 柴沼 満 (SHIBANUMA, Mitsuru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 久保 祐輝 (KUBO, Yuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 岡宮 稔 (OKAMIYA, Minoru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 水野 卓 (MIZUNO, Suguru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 東田 潔 (TOHDA, Kiyoshi); 〒1020083 東京都千代田区麹町4-3-30 麹町MKビル3階 PDI 特許商標事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ENGINE STARTING SYSTEM AND STARTER

(54) 発明の名称: エンジン始動システム、及び、始動機



(57) Abstract: In the present invention, a first control device 8 comprises a starting control unit 17 and an overrun determination unit 18. The starting control unit 17 activates a second starter 7 to begin cranking, and thereafter stops the operation of the second starter at a prescribed timing and begins motor operation of a first starter 5. After cranking has been begun by the second starter, the overrun determination unit 18 determines whether a prescribed overrun condition formula has been fulfilled. When the overrun condition formula has been fulfilled before an engine 2 overruns the initial compression top dead center, the starting control unit stops the operation of the second starter and begins motor operation of the first starter, regardless of whether the engine has overrun the initial compression top dead center.

(57) 要約: 第1制御装置8は、始動制御部17及び乗り越し判断部18を有する。始動制御部17は、第2始動機7を起動してクランキングを開始した後、所定のタイミングで第2始動機の動作を停止し、且つ、第1始動機5のモータ動作を開始する。乗り越し判断部18は、第2始動機により、クランキングが開始された後、所定の乗り越し条件式が成立するか否かを判断する。始動制御部は、エンジン2が最初の圧縮上死点を乗り越す前に、乗り越し条件式が成立したとき、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、第2始動機の動作を停止し、且つ、第1始動機のモータ動作を開始する。

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： エンジン始動システム、及び、始動機

技術分野

[0001] 本開示は、第 1 及び第 2 始動機を用いてエンジンの始動を行う技術に関する。

背景技術

[0002] 例えば、発電機能及びモータ機能を備えるモータジェネレータと、ピニオン飛び込み式のスタータと、を併用して、エンジンの始動を行うエンジン始動技術が知られている（特許文献 1 参照）。

この技術では、スタータを起動して、エンジンのクランキングを開始した後、スタータを停止するタイミングと、モータジェネレータのモータ動作を開始するタイミングと、を以下のように設定している。スタータを停止するタイミングは、燃料噴射の開始後、最初に発生するエンジンの圧縮上死点（T D C）を通過した以降に設定される。モータジェネレータのモータ動作を開始するタイミングは、最初の T D C を通過してから次の T D C に達する前に設定される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 5 8 7 5 6 6 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記技術では、スタータを停止するタイミングを、燃料噴射の開始後、最初の T D C を通過した以降に設定している。しかし実際は、エンジンのクランク角センサによる気筒判別が完了しないと、燃料噴射が開始されない。すなわち、燃料噴射が開始されるまでに、数回のクランキングが必要になる。この場合、スタータを停止させるまでに、一方向クラッチの再結合が発生する。そのため、必ずしもクランキング中に発生する始動音を小さくできると

は言えない。一方向クラッチが再結合するときには、リングギヤとピニオンとの間で、駆動／被駆動が入れ替わる。クランキング中の始動音の発生は、このような駆動／被駆動の入れ替わりに起因する。具体的には、始動音は、駆動／被駆動の入れ替わりによって発生するギヤ衝突音、及び、リングギヤとピニオンとの噛み合い音である。

[0005] また、上記技術では、燃料噴射の開始後、最初のＴＤＣを通過した以降に、スタータの動作を停止する。よって、スタータの駆動時間を短くすることが困難である。これにより、リングギヤとピニオンとの噛み合い音が発生する時間は長くなる。

本開示は、クランキング中に発生する始動音を低減できるエンジン始動システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の技術の一態様であるエンジン始動システムは、第１始動機、第２始動機、及び制御装置を備える。第１始動機は、エンジンのクランク軸に連結されて、クランク軸を回転駆動する。第２始動機は、クランク軸に連結されるリングギヤを回転駆動することによって、エンジンをクランキングする。制御装置は、第１始動機及び第２始動機の動作を制御する。

前記第１始動機は、発電機と電動機との両方の機能を備えるモータジェネレータである。第２始動機は、ピニオン飛び込み式スタータである。第２始動機は、モータ、ピニオン、一方向クラッチ、及びソレノイド装置を含んで構成される。モータは、電力供給を受けて回転する。ピニオンは、軸方向に移動してリングギヤに噛み合う。一方向クラッチは、モータ側からピニオン側への一方向のみのトルクを伝達でき、ピニオン側からモータ側へのトルク伝達を遮断する。ソレノイド装置は、ピニオンを軸方向に移動させる機能、及び、モータへの電力供給を開始・停止（オン・オフ）する機能を備える。

[0007] 乗り越し必要トルクとは、クランキングの開始からエンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、第１始動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクをいう。エンジン始動ト

ルクとは、エンジンの圧縮トルクと、フリクショントルクと、を加算したトルクをいう。乗り越し条件式には、乗り越し必要トルクがエンジン始動トルクより大きい大小関係（乗り越し必要トルク＜エンジン始動トルクで表される大小関係）を定義する。制御装置は、始動制御部及び乗り越し判断部を有する。始動制御部は、エンジンの始動要求により、第2始動機を起動してクランキングを開始した後、所定のタイミングで、第2始動機の動作を停止し、且つ、第1始動機のモータ動作を開始する。乗り越し判断部は、第2始動機により、クランキングが開始された後、乗り越し条件式が成立するか否かを判断する。始動制御部は、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、乗り越し条件式が成立したとき、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、第2始動機の動作を停止し、且つ、第1始動機のモータ動作を開始する。

[0008] 本開示のエンジン始動システムは、第2始動機により、クランキングが開始された後、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、乗り越し条件式が成立すると、次のように判断する。エンジン始動システムは、乗り越し条件式が成立した時点で、第2始動機を停止しても、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越せると判断する。よって、乗り越し条件式が成立したときは、エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、第2始動機の動作を停止させられる。これにより、本開示のエンジン始動システムは、従来技術と比較して、第2始動機（ピニオン飛び込み式スタータ）の動作を停止するタイミングを早くできる。その結果、第2始動機の駆動時間を短くでき、ピニオンとリングギヤとの噛み合い音を低減できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係るエンジン始動システムの構成図である。

[図2]第1実施形態に係るエンジン始動時の制御手順を示すフローチャートである。

[図3A]第1実施形態に係る出力制限マップを示す図である。

[図3B]第1実施形態に係る出力制限マップを示す図である。

[図4]第1実施形態に係る回転数とトルクとの推移を示すグラフ、及び、第1始動機と第2始動機とのオン・オフタイミングを示すタイムチャートである。

[図5]第2実施形態に係る回転数とトルクとの推移を示すグラフ、及び、第1始動機と第2始動機とのオン・オフタイミングを示すタイムチャートである。

[図6]第3実施形態に係るエンジン始動システムの構成図である。

[図7]第4実施形態に係るエンジン始動システムの構成図である。

[図8]第5実施形態に係るエンジン始動システムの構成図である。

[図9]第5実施形態に係るエンジン始動時の制御手順を示すフローチャートである。

[図10]第7実施形態に係る回転数とトルクとの推移を示すグラフ、及び、第1始動機と第2始動機とのオン・オフタイミングを示すタイムチャートである。

[図11]第8実施形態に係る回転数とトルクとの推移を示すグラフ、及び、第1始動機と第2始動機とのオン・オフタイミングを示すタイムチャートである。

[図12]第9実施形態に係る回転数とトルクとの推移を示すグラフ、及び、第1始動機と第2始動機とのオン・オフタイミングを示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 本開示の技術を実施するための形態について、図面を参照し詳細に説明する。

[0011] 〔第1実施形態〕

本実施形態のエンジン始動システム1は、図1に例示するように、第1始動機5、第2始動機7、及び第1制御装置8を備える。第1始動機5は、エンジン2のクランク軸3に、ベルト4を介して連結される。第2始動機7は、クランク軸3に取り付けられたリングギヤ6に連結可能である。第1制御

装置 8 は、第 1 始動機 5 及び第 2 始動機 7 の動作を制御する。なお、第 1 制御装置 8 は、例えばマイクロコンピュータを内蔵している。マイクロコンピュータは、制御機能や演算機能を実現する CPU、ROM や RAM の記憶装置（メモリ）、I/O の入出力装置等を備える。記憶装置には、非遷移的実体的記録媒体が含まれる。第 1 制御装置 8 には、エンジン 2 の状態を検出する各種検出器から、検出値を示す信号（検出情報）が入力される。第 1 制御装置 8 は、この入力信号に基づいて、エンジン 2 を制御するための信号（制御情報）を出力する。

[0012] 第 1 始動機 5 は、発電機及び電動機の両方の機能を有するモータジェネレータである。第 1 始動機 5 は、第 1 制御装置 8 とは別の第 2 制御装置 9 を備え、第 2 制御装置 9 により動作が制御される。なお、第 2 制御装置 9 は、第 1 制御装置 8 と同様に、CPU、ROM、RAM、I/O 等を備えるマイクロコンピュータを内蔵している。第 2 制御装置 9 には、第 1 制御装置 8 から、制御指令を示す信号が入力される。第 2 制御装置 9 には、第 1 始動機 5 等の状態を検出する各種検出器から、検出値を示す信号（検出情報）が入力される。第 2 制御装置 9 は、これらの入力信号に基づいて、第 1 始動機 5 を制御するための信号（制御情報）を出力する。また、第 2 制御装置 9 は、第 1 始動機 5 に印加する電圧及び周波数を調整するためのインバータ回路を備える。第 2 制御装置 9 のマイクロコンピュータは、インバータ回路に信号を出力することによって、第 1 始動機 5 の回転速度を任意に制御できる。

[0013] 第 2 始動機 7 は、ピニオン 10 を軸方向である A 方向（図 1 の右方向）に押し出して、リングギヤ 6 に噛み合わせる。そして、第 2 始動機 7 は、モータ 11 に発生するトルクをピニオン 10 に伝達して、リングギヤ 6 を回転駆動する。このように、第 2 始動機 7 は、周知のピニオン飛び込み式スタータである。第 2 始動機 7 は、以下のクラッチ 12 及び電磁スイッチ 13 等を含んで構成される。

クラッチ 12 は、トルクの伝達を一方向のみに行う一方向クラッチである。クラッチ 12 は、モータ 11 に発生するトルクを、モータ側からピニオン

側へ伝達する。一方、クラッチ 12 は、ピニオン側からモータ側へのトルク伝達を遮断する。

電磁スイッチ 13 は、ソレノイド 14 及びプランジャ 15 等を含んで構成される。ソレノイド 14 は、通電によって電磁力を発生する。プランジャ 15 は、ソレノイド 14 の電磁力によって、B 方向（図 1 の左方向）へ吸引される。電磁スイッチ 13 は、プランジャ 15 の動きに連動して、ピニオン 10 を A 方向（図 1 の右方向）に移動させる。そして、電磁スイッチ 13 は、モータ 11 の電源ラインに設けられるメイン接点 16 を開閉して、モータ 11 への電力供給を開始・停止（オン・オフ）する。

[0014] 第 1 制御装置 8 は、始動制御部 17 及び乗り越し判断部 18 の機能を有する。始動制御部 17 は、エンジン 2 の始動時に、第 1 及び第 2 始動機 5, 7 の動作を制御する。乗り越し判断部 18 は、エンジン 2 のクランキングが開始された後、後述する乗り越し条件式が成立するか否かを判断する。なお、始動制御部 17 及び乗り越し判断部 18 は、以降に説明するように、例えばマイクロコンピュータが備える記憶装置（メモリ）に記憶されているプログラムを CPU が実行することによって（ソフトウェアによって）実現してもよい。始動制御部 17 及び乗り越し判断部 18 の実現方法はこれに限らない。始動制御部 17 及び乗り越し判断部 18 は、例えば IC 等の電子回路を組み合わせることによって（ハードウェアによって）実現してもよい。

以下、本実施形態の第 1 制御装置 8 により実行されるエンジン始動時の制御手順を、図 2 に例示するフローチャートに従って説明する。下記のステップ S1～S8 は、図 2 に例示するフローチャートの各処理に付した S1～S8 に該当する。

[0015] 第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 の始動要求が入力された否かを判断する（ステップ S1）。エンジン 2 の始動要求は、次のようなときに出力される。例えば、アイドリングストップが実行された後、運転者がブレーキペダルを緩める動作が行われたときや、シフトレバーを N レンジ（ニュートラル）から D レンジ（ドライビング）に切り替える動作が行われたとき等である。な

お、アイドリングストップとは、車両が交差点等で一時停止した際に、エンジン 2 を自動的に停止させる周知技術である。第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 の始動要求が入力されるまで（ステップ S 1 : N O）、ステップ S 1 の処理を繰り返す。一方、第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 の始動要求が入力されると（ステップ S 1 : Y E S）、ステップ S 2 の処理へ進む。

[0016] 第 1 制御装置 8 は、始動制御部 1 7 により、第 2 始動機 7 に対して、次のような起動制御を行う。具体的には、始動制御部 1 7 は、ソレノイド 1 4 の通電ラインに設けられるリレー 1 9（図 1 参照）にオン信号（起動信号）を出力して、電磁スイッチ 1 3 をオンすることによって、第 2 始動機 7 を起動する（ステップ S 2）。リレー 1 9 がオンされることによって、電磁スイッチ 1 3 では、バッテリー 2 0 からソレノイド 1 4 に通電されて、電磁力が発生する。電磁スイッチ 1 3 では、その電磁力により、プランジャ 1 5 が吸引されて B 方向（図 1 の左方向）に移動する。このような電磁スイッチ 1 3 の作動によって、ピニオン 1 0 は A 方向（図 1 の右方向）に押し出されて、リングギヤ 6 に噛み合う。そして、メイン接点 1 6 が閉成して、バッテリー 2 0 からモータ 1 1 に対して電力が供給される。その結果、モータ 1 1 のトルクが、クラッチ 1 2 を介して、ピニオン 1 0 に伝達されて、リングギヤ 6 を回転駆動する。

[0017] 第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が最初の圧縮上死点（最初の T D C）を乗り越えたか否かを判断する（ステップ S 3）。エンジン 2 が最初の T D C を乗り越えたか否かの判断は、次のような情報に基づいて判断できる。例えば、既存のクランク角センサ（非図示）によって検出可能なエンジン回転数等である（例えばエンジン回転数は、クランク角センサによって検出されるクランク角度に基づき算出できる）。また、クランク軸 3 に連結されている第 1 始動機 5 の回転数、トルク、及び電流の少なくとも 1 つの情報に基づいて判断してもよい。第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越えていない場合（ステップ S 3 : N O）、ステップ S 4 の処理へ進む。一方、第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越えた場合（ステップ

S 3 : Y E S) 、ステップ S 5 の処理へ進む。

[0018] 第 1 制御装置 8 は、乗り越し判断部 1 8 により、乗り越し条件式が成立したか否かを判断する（ステップ S 4 ）。

乗り越し条件式は、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越す前に、第 2 始動機 7 の動作を停止した場合に、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越すことができるか否かを判断するための所定の条件が定義された式である。具体的には、乗り越し条件式は「乗り越し必要トルク > エンジン始動トルク」で表される。よって、乗り越し判断部 1 8 は、この大小関係が成立するとき（乗り越し必要トルクの方がエンジン始動トルクより大きいとき）に乗り越し可能と判断する。なお、乗り越し必要トルクは、クランキングの開始からエンジン 2 に蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、第 1 始動機 5 のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクである。エンジン始動トルクは、エンジン 2 の圧縮トルクと、フリクシントルクと、を加算したトルクである。

[0019] 本実施形態では、乗り越し判断部 1 8 には、エンジン 2 の圧縮トルクと、フリクシントルクとして、予め把握された既知の値を入力する。そして、乗り越し判断部 1 8 は、第 1 始動機 5 の出力可能な駆動トルクを、第 2 制御装置 9 が有する出力制限マップ（データマップ）に基づき算出する。図 3 A 、図 3 B には、本実施形態に係る出力制限マップが例示されている。図 3 A 、図 3 B に例示するように、出力制限マップは、第 1 始動機 5 の出力可能な駆動トルクとエンジン回転数との相関を示すデータである。そして、第 1 始動機 5 の出力可能な駆動トルクは、エンジン回転数を出力制限マップに当てはめることによって算出される。

[0020] なお、図 3 A に例示する回転数の値 N_{ec} は、第 2 始動機 7 によるクランキングから、第 1 始動機 5 によるクランキングへと、切り替えることが可能な回転数である。

そこで、エンジン回転数が N_{ec} に到達する前に、乗り越し条件式が成立しないようにするために、出力制限マップを次のように設定してもよい。図

3 Bに例示するように、出力制限マップにおいて、エンジン回転数が、 N_{ec} よりも僅かに大きい N_{eu} 以下の範囲では、駆動トルクの数値をゼロに設定してもよい。

[0021] また、エンジン2に蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクは、クランク軸3及びリングギヤ6を含む回転系の慣性モーメントと、エンジン回転数と、によって算出できる。そのため、回転系の慣性モーメントに、既知の値を入力することによって、乗り越し可能なエンジン回転数を算出できる。

以上により、乗り越し判断部18は、乗り越し可能なエンジン回転数を判断条件として、乗り越し条件式が成立するか否かを判断できる。すなわち、クランク角センサ等で検出可能なエンジン回転数が、乗り越し可能なエンジン回転数を上回ったときに、乗り越し条件式が成立する。

第1制御装置8は、乗り越し条件式が成立した場合（ステップS4：YES）は、ステップS5の処理へ進む。第1制御装置8は、乗り越し条件式が成立していない場合（ステップS4：NO）、ステップS3の処理へ戻る。

[0022] 第1制御装置8は、始動制御部17により、第2始動機7に対して、次のような停止制御を行う。具体的には、始動制御部17は、リレー19にオフ信号（停止信号）を出力して、電磁スイッチ13をオフすることによって、第2始動機7の動作を停止する（ステップS5）。電磁スイッチ13がオフされることによって、第2始動機7では、ピニオン10がリングギヤ6から離脱し、且つ、メイン接点16が開成して、バッテリー20からモータ11への電力供給が停止される。なお、ステップS5の実行において、リレー19は、第2始動機7の動作を停止する停止信号を受信する停止信号受信部として機能する。

[0023] 第1制御装置8は、始動制御部17により、第1始動機5に対して、次のような動作制御を行う。具体的には、始動制御部17は、第2制御装置9に駆動指令（開始信号）を出力して、第1始動機5のモータ動作を開始する（ステップS6）。この第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングは、

エンジン 2 が最初の T D C を乗り越す前である。例えば、図 4 のタイムチャートに例示するように、第 2 始動機 7 の動作を停止するタイミングと同じである。なお、ステップ S 6 の実行において、第 2 制御装置 9 は、第 1 始動機 5 のモータ動作を開始する開始信号を受信する開始信号受信部として機能する。

[0024] 第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が完爆したか否かを判断する（ステップ S 7）。エンジン 2 が完爆したか否かの判断は、例えば、エンジン回転数が、予め設定される完爆回転数を超えた場合に、エンジン 2 が完爆したと判断できる。エンジン 2 が完爆するまで（ステップ S 7 : N O）、ステップ S 7 の処理を繰り返す。一方、第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が完爆したと判断された場合（ステップ S 7 : Y E S）、ステップ S 8 の処理へ進む。

第 1 制御装置 8 は、始動制御部 1 7 により、第 1 始動機 5 に対して、次のような動作制御を行う。具体的には、始動制御部 1 7 は、第 2 制御装置 9 に停止指令を出力して、第 1 始動機 5 のモータ動作を停止する（ステップ S 8）。なお、第 1 始動機 5 は、ベルト 4 を介して、クランク軸 3 に連結されている。よって、第 1 始動機 5 は、モータ動作を停止した後、発電機として機能する。

[0025] [効果]

本実施形態のエンジン始動システム 1 は、図 4 に例示するように、第 2 始動機 7 を起動して、クランキングを開始した後、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越す前に、乗り越し条件式が成立すると、次のように制御する。例えば、エンジン始動システム 1 は、乗り越し条件式が成立したタイミングで（ t_1 ）、第 2 始動機 7 の動作を停止し、且つ、第 1 始動機 5 のモータ動作を開始する。つまり、エンジン始動システム 1 は、第 2 始動機 7 から第 1 始動機 5 に切り替えてクランキングを行う。なお、図 4 には、エンジン回転数 N_e 、第 2 始動機 7 のモータ回転数 N_m 、エンジン始動トルク T_e （≡圧縮トルク＋フリクショントルク）の変動を示すグラフが例示されている。また、第 1 始動機 5 と第 2 始動機 7 とのオン・オフタイミングを示すタイムチャー

トが例示されている。モータ回転数 N_m は、ピニオン10とリングギヤ6とのギヤ比から、クランク軸3の回転数に換算した回転数である。

これにより、本実施形態のエンジン始動システム1は、従来技術と比較して、第2始動機7の動作を停止するタイミングを早くできる。その結果、第2始動機7の駆動時間（ピニオン10がリングギヤ6に噛み合っている時間）が短くなる。そのため、クランキング時の噛み合い音を低減できる。

[0026] 以下、本開示の技術の他の実施形態について説明する。

なお、以降の説明では、第1実施形態と共通する部品及び構成は、第1実施形態と同一の符号を付与し、詳細な説明は省略する（第1実施形態を参照する）。

〔第2実施形態〕

本実施形態は、乗り越し条件式が成立することなく、エンジン2が最初のTDC（最初の圧縮上死点）を乗り越した場合の第1事例である。具体的には、本実施形態では、図5に例示するように、クラッチ結合タイミングより前に、第2始動機7の動作を停止し、且つ、第1始動機5のモータ動作を開始する。第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングは、図5のタイムチャートに例示するように、3つのパターンのうちのいずれかに設定できる。具体的には、（1）第2始動機7の動作を停止するタイミングより前、（2）第2始動機7の動作を停止するタイミングと同じ、（3）第2始動機7の動作を停止するタイミングより後、のいずれかに設定できる。なお、いずれの場合も、クラッチ結合タイミングより前である。

[0027] クラッチ結合タイミングとは、第2始動機7により、クランキングを継続していた場合に、クラッチ12が再結合すると推定されるタイミングである。このクラッチ結合タイミングは、エンジン2が最初のTDCを乗り越してから、クラッチ12が非連結となった後、第2始動機7のモータ回転数が、エンジン回転数に追いつくタイミングである。そのため、少なくともエンジン回転数をモニターすることによって推定できる。

本実施形態では、乗り越し条件式が成立することなく、エンジン2が最初

のTDCを乗り越した場合でも、クラッチ結合タイミングより前に、第2始動機7の動作を停止する。これにより、本実施形態では、クラッチ12の再結合が発生しない。その結果、クラッチ12の再結合に伴うギヤ衝突音の発生がない。そのため、クランキング中に発生する始動音を低減できる。

[0028] また、本実施形態では、クラッチ結合タイミングより前に、第1始動機5のモータ動作を開始する。これにより、本実施形態では、第2始動機7の動作を停止するタイミングが多少遅れても、クラッチ12が再結合することはない。その結果、ギヤ衝突音の発生を回避できる。さらに、本実施形態では、第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングが上記(3)の場合、第1始動機5と第2始動機7との両方に、同時に電力供給を行う必要がない。すなわち、第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングを、第2始動機7の動作を停止するタイミングより後に設定する場合には、第1始動機5と第2始動機7との両方に、同時に電力供給を行う必要がない。このように、本実施形態では、第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングが上記(3)の場合、第1始動機5のモータ動作を開始するときに、大きな瞬時電力を必要としない。これにより、バッテリー20の瞬断を防止できる。

[0029] [第3実施形態]

本実施形態は、図6に例示するように、第2制御装置9が始動制御部17及び乗り越し判断部18の機能を備える。なお、本実施形態のエンジン始動時の制御手順は、第1実施形態と同じである。よって、第1実施形態(図2)を参照し、その説明を省略する。

[0030] [第4実施形態]

本実施形態は、図7に例示するように、第2制御装置9が始動制御部17及び乗り越し判断部18の機能を備える。そして、本実施形態は、リレー19に対する指令(第2始動機7に対する指令)は、第2制御装置9から第1制御装置8を経由して行う。なお、本実施形態のエンジン始動時の制御手順は、第1実施形態と同じである。よって、第1実施形態(図2)を参照し、その説明を省略する。

[0031] 〔第5実施形態〕

本実施形態は、第2始動機7にタンデムソレノイドスタータを使用する場合の事例である。

第2始動機7の電磁スイッチ13は、図8に例示するように、第1及び第2ソレノイド22，23を有する。第1ソレノイド22は、ピニオン10を押し出すためのソレノイドである。第2ソレノイド23は、メイン接点16を開閉するためのソレノイドである。第1及び第2ソレノイド22，23の動作は、第1制御装置8によって独立制御される。

以下、本実施形態の第1制御装置8により実行されるエンジン始動時の制御手順を、図9に例示するフローチャートに従って説明する。なお、第1実施形態と共通する処理（ステップ）の詳細な説明は省略する（第1実施形態の図2を参照する）。

[0032] 第1制御装置8は、エンジン2の始動要求が入力された否かを判断する（ステップS11）。

第1制御装置8は、始動制御部17により、第2始動機7に対して、次のような起動制御を行う。具体的には、始動制御部17は、第1及び第2リレー24，25（図8参照）にオン信号を出力して、第1及び第2ソレノイド22，23に通電することによって、第2始動機7を起動する（ステップS12）。第1リレー24がオンされることによって、第1ソレノイド22では、バッテリー20から通電されて、電磁力が発生する。第1ソレノイド22では、その電磁力により、第1プランジャ26が吸引されてB方向（図8の左方向）へ移動する。また、第2リレー25がオンされることによって、第2ソレノイド23では、バッテリー20から通電されて、電磁力が発生する。第2ソレノイド23では、その電磁力により、第2プランジャ27が吸引されてC方向（図8の右方向）へ移動する。このように、第1ソレノイド22の作動によって、ピニオン10はA方向（図8の右方向）に押し出されて、リングギヤ6に噛み合う。そして、第2ソレノイド23の作動によって、メイン接点16が閉成して、バッテリー20からモータ11に対して電力が供給

される。その結果、モータ 11 のトルクが、クラッチ 12 を介して、ピニオン 10 に伝達されて、リングギヤ 6 を回転駆動する。

[0033] 第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が最初の TDC（最初の圧縮上死点）を乗り越えたか否かを判断する（ステップ S 13）。

第 1 制御装置 8 は、乗り越し判断部 18 により、乗り越し条件式が成立したか否かを判断する（ステップ S 14）。

第 1 制御装置 8 は、始動制御部 17 により、第 1 リレー 24 にオフ信号を出力して、第 1 ソレノイド 22 への通電を停止する（ステップ S 15）。第 1 ソレノイド 22 への通電が停止されることによって、第 2 始動機 7 では、ピニオン 10 がリングギヤ 6 から離脱する。

第 1 制御装置 8 は、始動制御部 17 により、第 1 始動機 5 に対して、次のような動作制御を行う。具体的には、始動制御部 17 は、第 2 制御装置 9 に駆動指令を出力して、第 1 始動機 5 のモータ動作を開始する（ステップ S 16）。さらに第 1 制御装置 8 は、始動制御部 17 により、第 2 リレー 25 にオフ信号を出力して、第 2 ソレノイド 23 への通電を停止する。その結果、第 2 始動機 7 では、メイン接点 16 が開成して、バッテリー 20 からモータ 11 への電力供給が停止される。これにより、第 2 始動機 7 の動作は停止する。

第 1 制御装置 8 は、エンジン 2 が完爆したか否かを判断する（ステップ S 17）。

第 1 制御装置 8 は、始動制御部 17 により、第 1 始動機 5 に対して、次のような動作制御を行う。具体的には、始動制御部 17 は、第 2 制御装置 9 に停止指令を出力して、第 1 始動機 5 のモータ動作を停止する（ステップ S 18）。

[0034] 本実施形態では、第 2 始動機 7 の動作を停止する際に、次のような制御を行う。具体的には、第 2 ソレノイド 23 への通電を停止することによりモータ 11 への電力供給を停止する前に、第 1 ソレノイド 22 への通電を停止して、ピニオン 10 をリングギヤ 6 から離脱させる。これにより、本実施形態

では、実質的にクラッチ 1 2 の再結合が発生しない。そのため、本実施形態では、第 2 制御装置 9 に対して、第 1 始動機 5 のモータ動作を開始させるための駆動指令が出力されてから、実際に第 1 始動機 5 のモータ動作が開始されるまでの間に時間差が生じて、クランキング中に発生する始動音を低減できる。

[0035] 〔第 6 実施形態〕

本実施形態は、第 2 始動機 7 の動作を停止するタイミングと、第 1 始動機 5 のモータ動作を開始するタイミングとを、初期のクランク角度に応じて変更する場合の事例である。初期のクランク角度とは、第 2 始動機 7 によって、クランキングを開始するとき（クランク軸 3 が静止しているとき）のクランク角度をいう。

クランキングの開始からエンジン 2 に蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクは、初期のクランク角度によって増減する。そのため、初期のクランク角度を把握することによって、第 1 始動機 5 のモータ動作による出力可能な駆動トルクを小さくできる。その結果、第 1 始動機 5 の消費電力を低減できる。

[0036] 〔第 7 実施形態〕

本実施形態は、乗り越し条件式が成立することなく、エンジン 2 が最初の TDC（最初の圧縮上死点）を乗り越した場合の第 2 事例である。本実施形態は、始動制御部 1 7 による第 1 及び第 2 始動機 5, 7 の動作制御が第 2 実施形態と異なる。具体的には、本実施形態では、図 10 に例示するように、エンジン 2 が最初の TDC を乗り越す前に、第 1 始動機 5 を電動機として動作させる。このとき、第 1 始動機 5 は、例えば図 3 A に示す出力制限マップに基づき設定可能な上限値よりも小さな値の駆動トルクを出力する。その後、第 1 始動機 5 は、駆動トルクをこの小さな値に保ち続ける（図 10 に示す ON 1 の期間を参照）。

[0037] 本実施形態では、エンジン 2 が最初の TDC を乗り越した後、クラッチ結合タイミングより前に、第 2 始動機 7 の動作を停止する。さらに、本実施形

態では、第1始動機5の駆動トルクをステップ状に目標値まで引き上げる（図10に示すON1からON2への推移を参照）。

これにより、本実施形態では、エンジン2が最初のTDCを乗り越す前に、第1始動機5の動作チェックが行える。

[0038] なお、上述した第1始動機5の駆動トルクの引き上げタイミングは、第2始動機7の動作を停止する前または後にしてもよい。また、第1始動機5の駆動トルクの引き上げタイミング、及び、第2始動機7の動作を停止するタイミングは、初期のクランク角度に応じて変更してもよい。

[0039] 〔第8実施形態〕

本実施形態は、乗り越し条件式が成立することなく、エンジン2が最初のTDCを乗り越した場合の第3事例である。本実施形態は、始動制御部17による第1及び第2始動機5，7の動作制御が第7実施形態と異なる。具体的には、本実施形態では、エンジン2が最初のTDCを乗り越す前に、第1始動機5を電動機として動作させる。ここで本実施形態は、第7実施形態と異なり、図11に例示するように、第1始動機5の動作を開始した後、駆動トルクを直線的に増加させていく（駆動トルクを時間に対して比例増加させる）。そして、本実施形態では、エンジン2が最初のTDCを乗り越した後、クラッチ結合タイミングより前に、第2始動機7の動作を停止する。さらに、本実施形態では、第1始動機5の駆動トルクをステップ状に目標値まで引き上げる。

[0040] なお、上述した第1始動機5の駆動トルクの引き上げタイミングは、第2始動機7の動作を停止する前または後にしてもよい。また、第1始動機5の駆動トルクの引き上げタイミング、及び、第2始動機7の動作を停止するタイミングは、初期のクランク角度に応じて変更してもよい。

[0041] 〔第9実施形態〕

本実施形態は、乗り越し条件式が成立することなく、エンジン2が最初のTDCを乗り越した場合の第4事例である。本実施形態は、始動制御部17による第1及び第2始動機5，7の動作制御が第7及び第8実施形態と異な

る。具体的には、本実施形態では、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越す前に、第 1 始動機 5 を電動機として動作させる。ここで本実施形態は、第 7 及び第 8 実施形態と異なり、図 1 2 に例示するように、第 1 始動機 5 を電動機として一時的に動作させて停止させる。そして、本実施形態では、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越した後、クラッチ結合タイミングより前に、第 2 始動機 7 の動作を停止する。さらに、本実施形態では、第 1 始動機 5 を電動機として動作させる。

これにより、本実施形態では、エンジン 2 が最初の T D C を乗り越す前に、エンジン始動システム 1 の動作チェックが行える。

[0042] [変形例]

第 1 実施形態では、エンジン始動システム 1 の第 1 制御装置 8 には、エンジン 2 の圧縮トルクと、フリクシントルクとして、予め把握された既知の値を入力する事例を示したが、この限りでない。例えば、バッテリー電圧またはバッテリー電流を監視して、圧縮トルクのピーク値を算出できる。圧縮行程では、圧縮トルクがフリクシントルクよりかなり大きい（圧縮トルク $\gg$ フリクシントルク）。よって、圧縮行程におけるエンジン始動トルクでは、圧縮トルクの割合が大きい。この圧縮トルクは、T D C（圧縮上死点）より少し前にピークとなる。また、圧縮トルクのピーク位置では、バッテリー電圧及びバッテリー電流の傾きが略ゼロとなる。そのため、傾きゼロの近傍のバッテリー電圧またはバッテリー電流の値と、圧縮トルクと、の相関を、予め把握することによって、圧縮トルクのピーク値を算出できる。

また、エンジン始動システム 1 は、既存の筒内圧センサによって、エンジン 2 の筒内圧を検出する。そして、第 1 制御装置 8 は、その検出結果に基づく理論計算によって、圧縮トルクを算出できる。

[0043] 第 1 実施形態では、エンジン始動システム 1 は、クランク角センサによって、クランク軸 3 の回転角度（クランク角度）を検出する事例を示したが、この限りでない。例えば、第 1 始動機 5 は、ベルト 4 を介して、クランク軸 3 に連結されている。そこで、エンジン始動システム 1 は、第 1 始動機 5 が

備える回転角センサによって、第1始動機5の回転角度を検出する。そして、その回転角度に基づきクランク角度を推定する。この場合、エンジン始動システム1は、クランク角センサを備えていなくても、最初のTDC（最初の圧縮上死点）を通過するタイミングを判断できる。これにより、エンジン始動システム1では、センサの追加やセンサ配線の分岐等が不要となる。その結果、システムを簡素化できる。また、コストを低減できる。

なお、第1実施形態の第1始動機5は、ベルト4を介して、クランク軸3に連結されているが、この限りでない。例えば、ベルト4が掛け渡される第1始動機5のプーリに、クラッチを内蔵する構成とすることもできる。

[0044] 第1実施形態では、乗り越し条件式が、第1始動機5の出力可能な駆動トルクを含む事例を示したが、この限りでない。第1始動機5の出力可能な駆動トルクを含まない乗り越し条件式を設定してもよい。例えば、第1制御装置8が有する乗り越し判断部18は、クランキングの開始からエンジン2に蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、エンジン始動トルク（エンジン2の圧縮トルク+フリクシントルク）と、の大小関係に基づいて、エンジン2が最初のTDC（最初の圧縮上死点）を乗り越す前に、第2始動機7の動作を停止できるか否かを判断するようにしてもよい。この場合には、エンジン2が最初のTDC（最初の圧縮上死点）を乗り越す前に、乗り越し条件式が成立した場合、第2始動機7の動作を停止するタイミングと、第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングと、を合わせる必要はない。すなわち、第1始動機5のモータ動作を開始するタイミングは、必ずしもTDC（圧縮上死点）より前である必要はない。遅くともクラッチ結合タイミングより前であればよい。

符号の説明

- [0045]
- 1 エンジン始動システム
 - 2 エンジン
 - 3 クランク軸
 - 4 ベルト

- 5 第1始動機
- 6 リングギヤ
- 7 第2始動機
- 8 第1制御装置
- 9 第2制御装置（開始信号受信部）
- 10 ピニオン
- 11 モータ
- 12 クラッチ（一方向クラッチ）
- 13 電磁スイッチ（ソレノイド装置）
- 17 始動制御部
- 18 乗り越し判断部
- 19 リレー（停止信号受信部）

請求の範囲

- [請求項1] エンジン（２）のクランク軸（３）に連結されて、前記クランク軸を回転駆動する第１始動機（５）と、
- 前記クランク軸に連結されるリングギヤ（６）を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングする第２始動機（７）と、
- 前記第１始動機及び前記第２始動機の動作を制御する制御装置（８）と、を有し、
- 前記第１始動機は、
- 発電機と電動機との両方の機能を備えるモータジェネレータであり、
- 、
- 前記第２始動機は、
- 電力供給を受けて回転するモータ（１１）と、
- 軸方向に移動して前記リングギヤに噛み合うピニオン（１０）と、
- 前記モータ側から前記ピニオン側への一方向のみのトルクを伝達でき、前記ピニオン側から前記モータ側へのトルク伝達を遮断する一方向クラッチ（１２）と、
- 前記ピニオンを軸方向に移動させる機能及び前記モータへの電力供給を開始・停止する機能を備えるソレノイド装置（１３）と、を含んで構成されるピニオン飛び込み式スタータであって、
- クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、前記第１始動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルクとし、
- 前記エンジンの圧縮トルクと、フリクショントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、
- 前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、
- 前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第2始動機を起動してクランキングを開始した後、所定のタイミングで、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作を開始する始動制御部（17）と、

前記第2始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（18）と、を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作を開始する、エンジン始動システム（1）。

[請求項2]

前記始動制御部は、

前記乗り越し条件式が成立することなく、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越した場合に、前記第2始動機の動作を停止するタイミング、及び、前記第1始動機のモータ動作を開始するタイミングを、前記一方向クラッチが再結合すると推定されるタイミングより前に設定する、請求項1に記載のエンジン始動システム。

[請求項3]

前記始動制御部は、

前記第1始動機のモータ動作を開始するタイミングを、前記第2始動機の動作を停止するタイミングと同一、又は、前記第2始動機の動作を停止するタイミングの前後に設定する、請求項2に記載のエンジン始動システム。

[請求項4]

前記始動制御部は、

前記第1始動機のモータ動作を開始するタイミングを、前記第2始動機が有する前記モータへの電力供給を停止した後に設定する、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項5]

前記始動制御部は、

前記クランキングが開始される前の初期のクランク角度を把握し、
前記クランキングが開始された後、前記第2始動機の動作を停止するタイミングと、前記第1始動機のモータ動作を開始するタイミングとを、初期の前記クランク角度に応じて変更する、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項6]

前記制御装置は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記第1始動機を電動機として一時的に動作させて停止する、請求項1乃至5のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項7]

エンジン(2)のクランク軸(3)に連結されて、前記クランク軸を回転駆動できる第1始動機(5)と、

前記クランク軸に連結されるリングギヤ(6)を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングする第2始動機(7)と、

前記第1始動機及び前記第2始動機の動作を制御する制御装置(8)と、を有し、

前記第1始動機は、

発電機と電動機との両方の機能を備えるモータジェネレータであり、

前記第2始動機は、

電力供給を受けて回転するモータ(11)と、

軸方向に移動して前記リングギヤに噛み合うピニオン(10)と、

前記モータ側から前記ピニオン側への一方向のみのトルクを伝達でき、前記ピニオン側から前記モータ側へのトルク伝達を遮断する一方向クラッチ(12)と、

前記ピニオンを軸方向に移動させる機能及び前記モータへの電力供給を開始・停止する機能を備えるソレノイド装置(13)と、を含んで構成されるピニオン飛び込み式スタータであって、

クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギー

によって得られる回転トルクと、前記第 1 始動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルクとし、

前記エンジンの圧縮トルクと、フリクシントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、

前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、

前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第 2 始動機を起動してクランキングを開始した後、前記第 1 始動機のモータ動作を開始し、さらに、所定のタイミングで、前記第 2 始動機の動作を停止する始動制御部（17）と、

前記第 2 始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（18）と、を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第 2 始動機の動作を停止し、且つ、前記第 1 始動機のモータ動作による出力を引き上げる、エンジン始動システム（1）。

[請求項8]

前記始動制御部は、

前記乗り越し条件式が成立することなく、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越した場合に、前記第 2 始動機の動作を停止するタイミング、及び、前記第 1 始動機のモータ動作による出力を引き上げるタイミングを、前記一方向クラッチが再結合すると推定されるタイミングより前に設定する、請求項 7 に記載のエンジン始動システム。

[請求項9]

前記始動制御部は、

前記第 1 始動機のモータ動作による出力を引き上げるタイミングを、前記第 2 始動機の動作を停止するタイミングと同一、又は、前記第 2 始動機の動作を停止するタイミングの前後に設定する、請求項 8 に記載のエンジン始動システム。

[請求項10]

前記始動制御部は、

前記第 1 始動機のモータ動作による出力を引き上げるタイミングを、前記第 2 始動機が有する前記モータへの電力供給を停止した後に設定する、請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項11]

前記始動制御部は、

前記クランキングが開始される前の初期のクランク角度を把握し、
前記クランキングが開始された後、前記第 2 始動機の動作を停止するタイミングと、前記第 1 始動機のモータ動作による出力を引き上げるタイミングとを、初期の前記クランク角度に応じて変更する、請求項 7 乃至 10 のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項12]

前記ソレノイド装置は、

前記ピニオンを軸方向に移動させる機能を有する第 1 ソレノイドと、
前記モータへの通電電流を開始・停止する機能を有する第 2 ソレノイドと、を備え、

前記始動制御部は、

前記第 2 始動機の動作を停止する際に、前記第 2 ソレノイドにより、前記モータへの電力供給を停止する前に、前記第 1 ソレノイドにより、前記ピニオンを前記リングギヤから離脱させる、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項13]

前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断するために必要な、少なくとも一つの条件を乗り越し判断条件とするとき、

前記乗り越し判断部は、

エンジン回転数を前記乗り越し判断条件とする、請求項 1 乃至 1 2 のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項14] 前記クランク軸の回転角度を検出するクランク角センサを有し、
前記始動制御部は、
前記クランク角センサによって検出される前記クランク軸の回転角度に基づき前記エンジン回転数を算出する、請求項 1 3 に記載のエンジン始動システム。

[請求項15] 前記第 1 始動機の回転角度を検出する回転角センサを有し、
前記始動制御部は、
前記回転角センサで検出される前記第 1 始動機の回転角度に基づきクランク角度を推定し、推定した前記クランク角度に基づき前記エンジン回転数を算出する、請求項 1 3 に記載のエンジン始動システム。

[請求項16] 前記第 1 始動機は、
ベルト（4）を介して、前記クランク軸に連結されている、請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

[請求項17] エンジン（2）のクランク軸（3）に連結されて、前記クランク軸を回転駆動する電動機と、発電機と、の両方の機能を備えるモータジェネレータを有し、

前記クランク軸に連結されるリングギヤ（6）を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングするピニオン飛び込み式スタータである第 2 始動機（7）とともに、制御装置（8）により動作が制御される第 1 始動機（5）であって、

クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、前記電動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルクとし、

前記エンジンの圧縮トルクと、フリクショントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、

前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、

前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第2始動機を起動してクランキングを開始した後、所定のタイミングで、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作を開始する始動制御部（17）と、

前記第2始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（18）と、を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作を開始する開始信号を送信し、

前記第1始動機は、

前記開始信号を受信する開始信号受信部（9）を有する、第1始動機。

[請求項18]

エンジン（2）のクランク軸（3）に連結されて、前記クランク軸を回転駆動できる電動機と、発電機と、の両方の機能を備えるモータジェネレータを有する第1始動機（5）とともに、制御装置（8）により動作が制御され、

前記クランク軸に連結されるリングギヤ（6）を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングするピニオン飛び込み式スタータである第2始動機（7）であって、

クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、前記第1始動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルク

とし、

前記エンジンの圧縮トルクと、フリクシントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、

前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、

前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第2始動機を起動してクランキングを開始した後、所定のタイミングで、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作を開始する始動制御部（17）と、

前記第2始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（18）と、を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第1始動機のモータ動作を開始し、且つ、前記第2始動機の動作を停止する停止信号を送信し、

前記第2始動機は、

前記停止信号を受信する停止信号受信部（19）を有する、第2始動機。

[請求項19]

エンジン（2）のクランク軸（3）に連結されて、前記クランク軸を回転駆動する電動機と、発電機と、の両方の機能を備えるモータジェネレータを有し、

前記クランク軸に連結されるリングギヤ（6）を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングするピニオン飛び込み式スタータである第2始動機（7）とともに、制御装置（8）により動作が制御される第1始動機（5）であって、

クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、前記電動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルクとし、

前記エンジンの圧縮トルクと、フリクシントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、

前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、

前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第2始動機を起動してクランキングを開始した後、前記第1始動機のモータ動作を開始し、さらに、所定のタイミングで、前記第2始動機の動作を停止する始動制御部（17）と、

前記第2始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（18）と、を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第2始動機の動作を停止し、且つ、前記第1始動機のモータ動作による出力を引き上げる開始信号を送信し、

前記第1始動機は、

前記開始信号を受信する開始信号受信部（9）を有する、第1始動機。

[請求項20]

エンジン（2）のクランク軸（3）に連結されて、前記クランク軸を回転駆動できる電動機と、発電機と、の両方の機能を備えるモータジェネレータを有する第1始動機（5）とともに、制御装置（8）により動作が制御され、

前記クランク軸に連結されるリングギヤ（６）を回転駆動することによって前記エンジンをクランキングするピニオン飛び込み式スタータである第２始動機（７）であって、

クランキングの開始から前記エンジンに蓄えられる運動エネルギーによって得られる回転トルクと、前記第１始動機のモータ動作によって出力可能な駆動トルクと、を加算したトルクを乗り越し必要トルクとし、

前記エンジンの圧縮トルクと、フリクシントルクと、を加算したトルクをエンジン始動トルクとし、

前記乗り越し必要トルクが前記エンジン始動トルクより大きい大小関係を乗り越し条件式と定義するとき、

前記制御装置は、

前記エンジンの始動要求により、前記第２始動機を起動してクランキングを開始した後、前記第１始動機のモータ動作を開始し、さらに、所定のタイミングで、前記第２始動機の動作を停止する始動制御部（１７）と、

前記第２始動機によりクランキングが開始された後、前記乗り越し条件式が成立するか否かを判断する乗り越し判断部（１８）と、を有し、

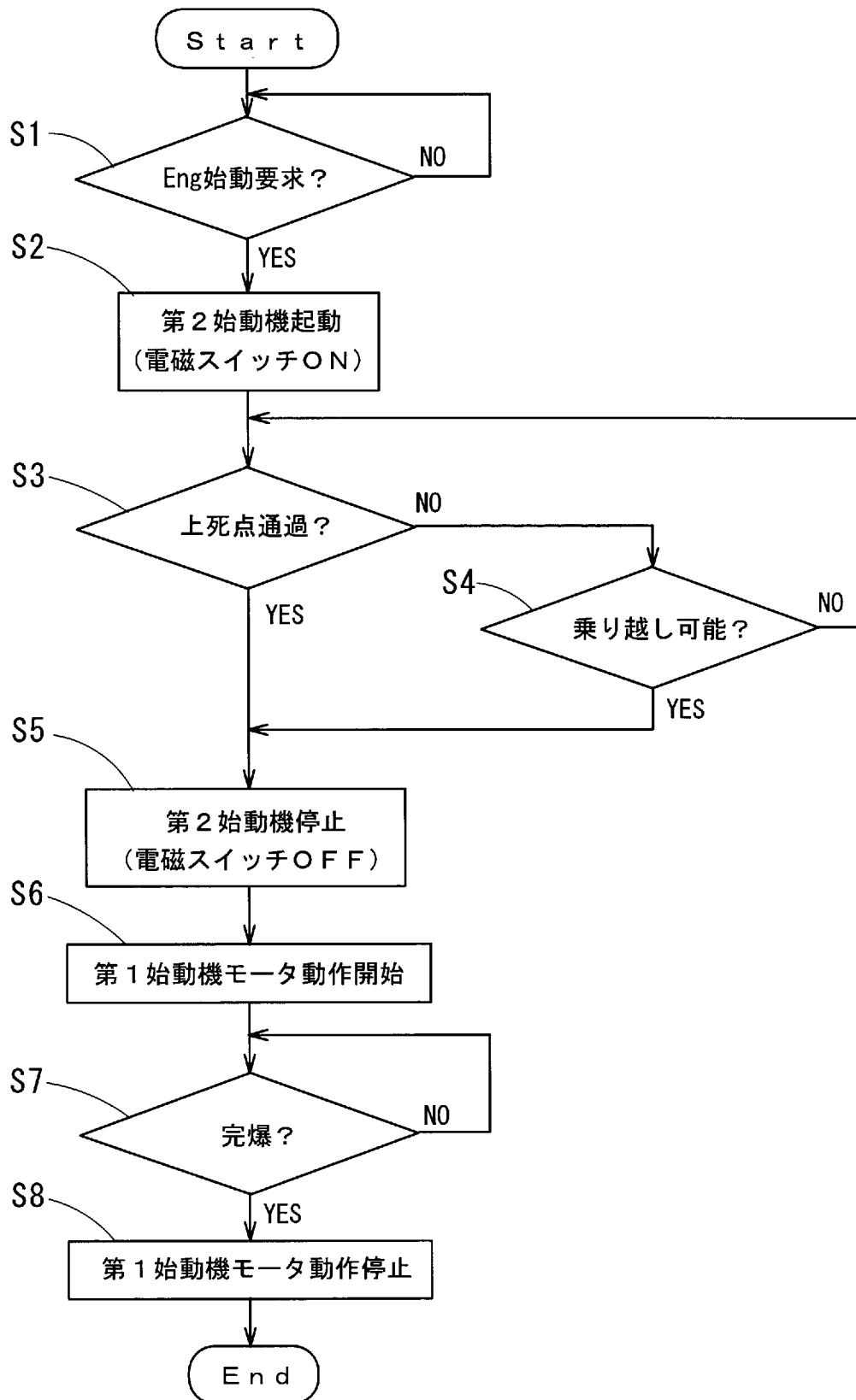
前記始動制御部は、

前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越す前に、前記乗り越し条件式が成立したとき、前記エンジンが最初の圧縮上死点を乗り越したか否かに関係なく、前記第１始動機のモータ動作による出力を引き上げ、且つ、前記第２始動機の動作を停止する停止信号を送信し、

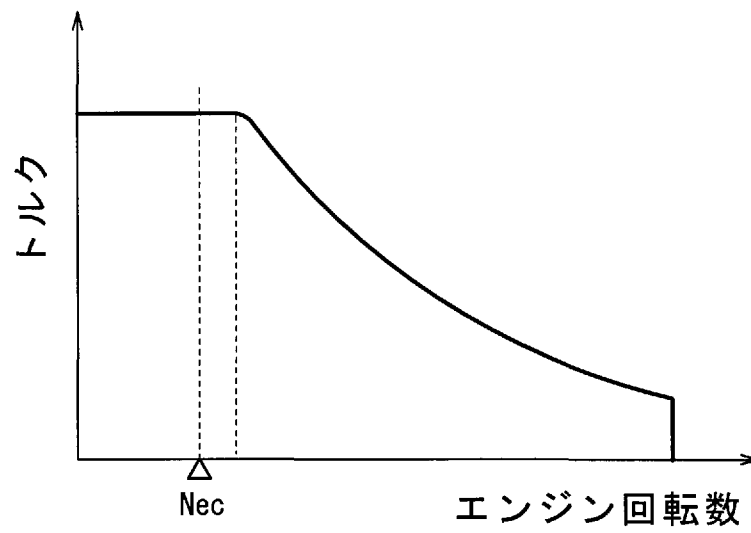
前記第２始動機は、

前記停止信号を受信する停止信号受信部（１９）を有する、第２始動機。

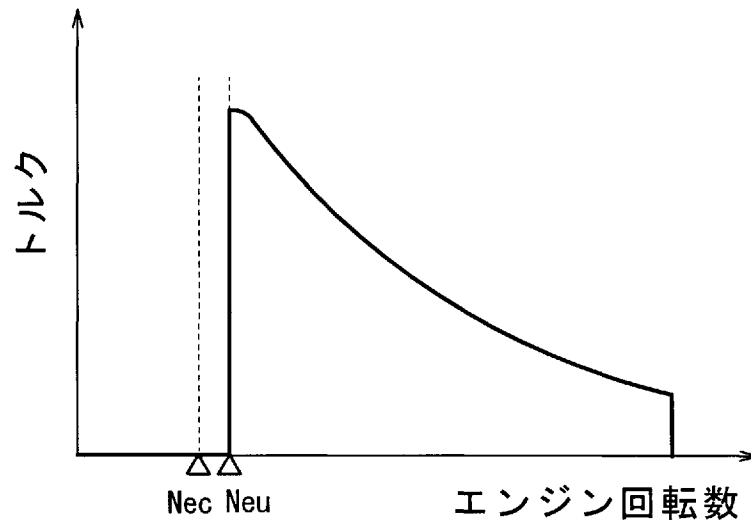
[図2]



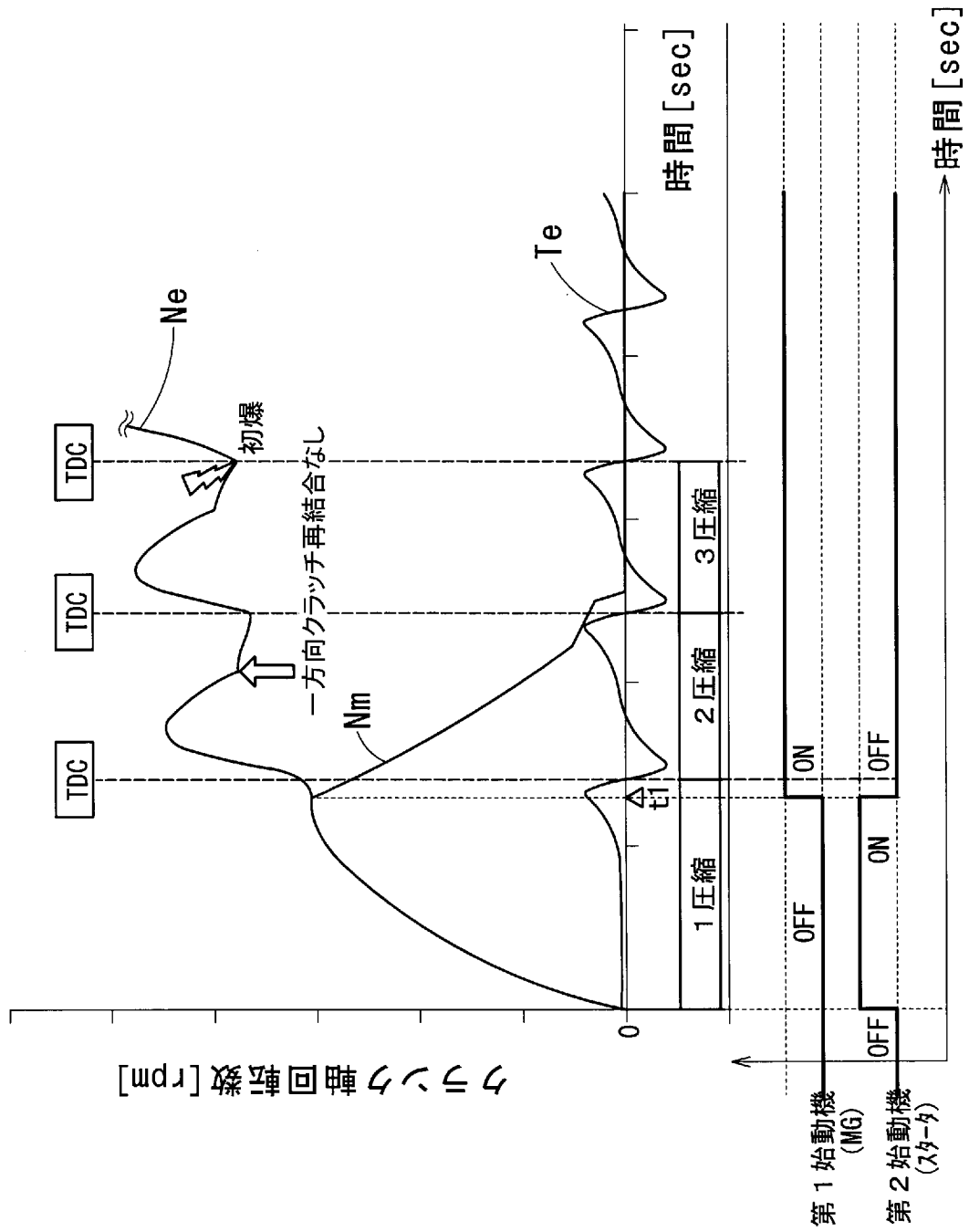
[図3A]



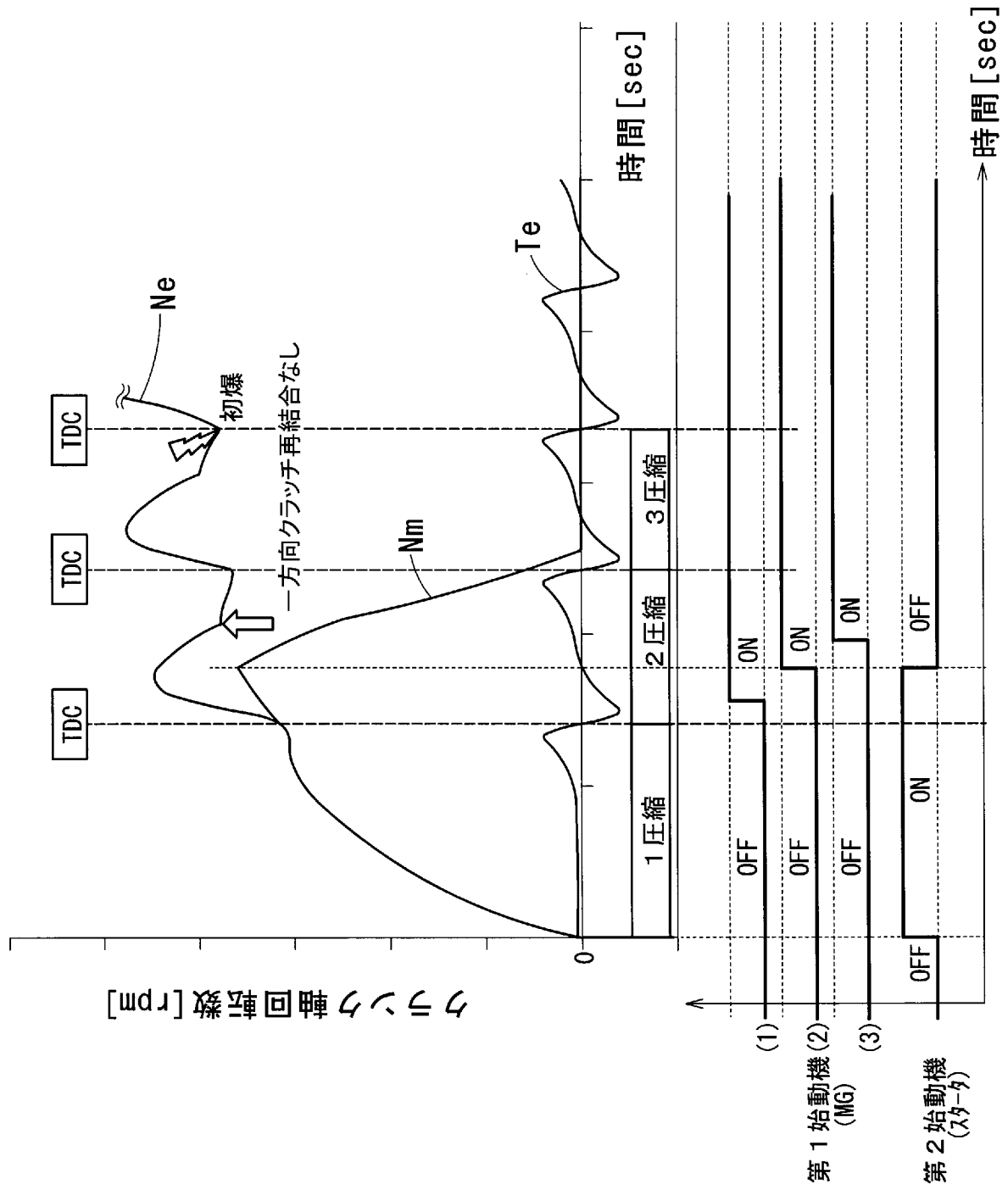
[図3B]



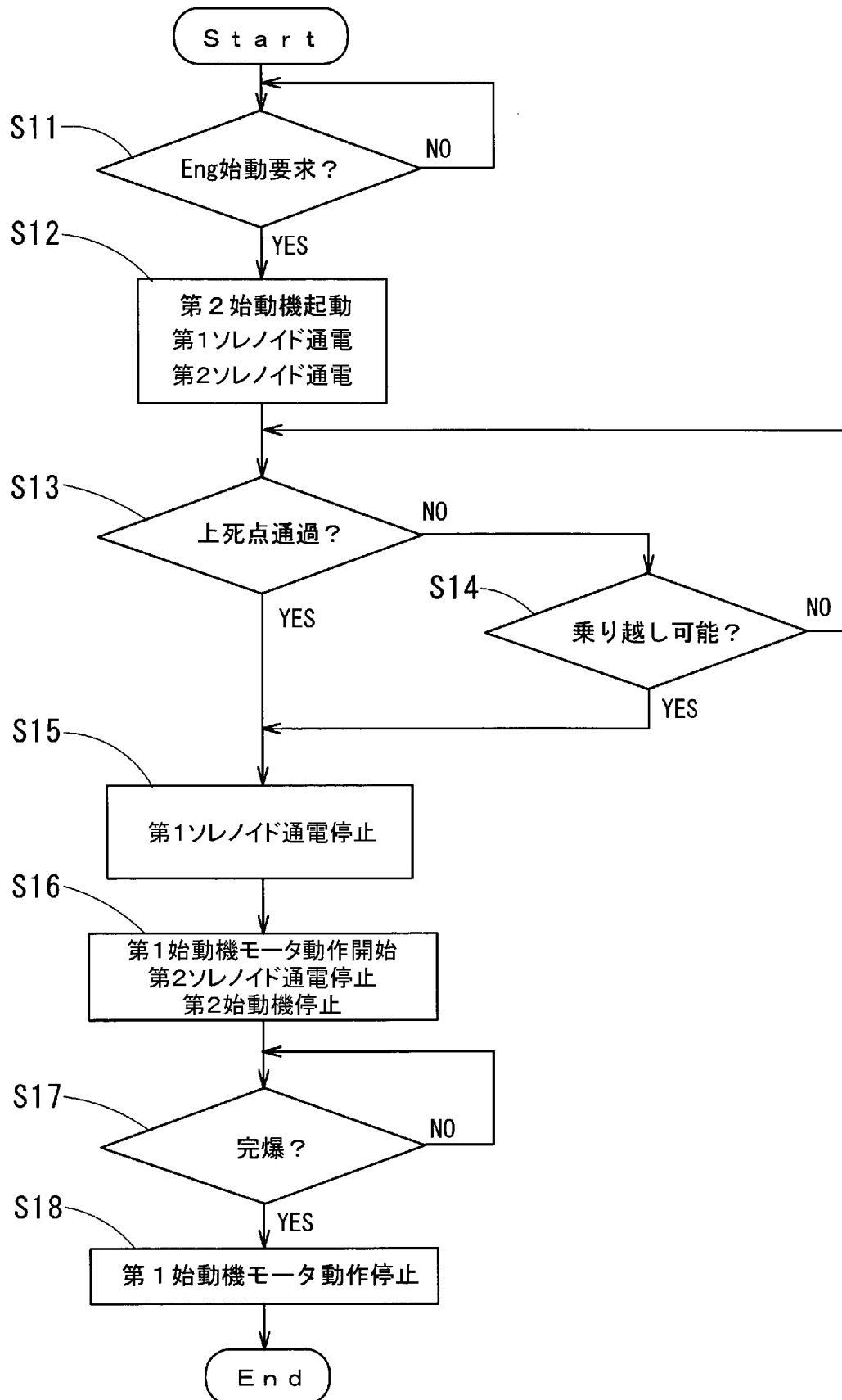
[図4]



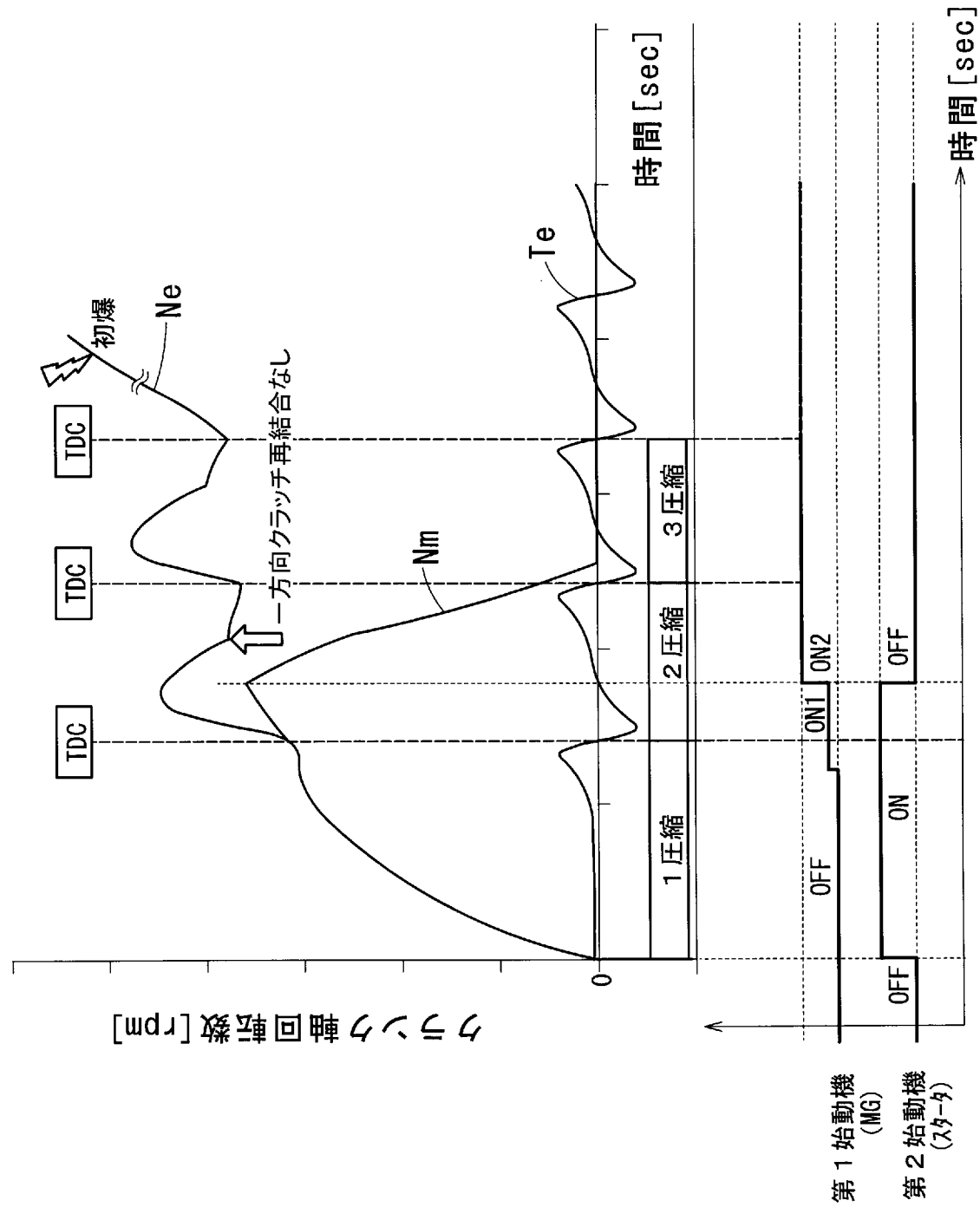
[図5]



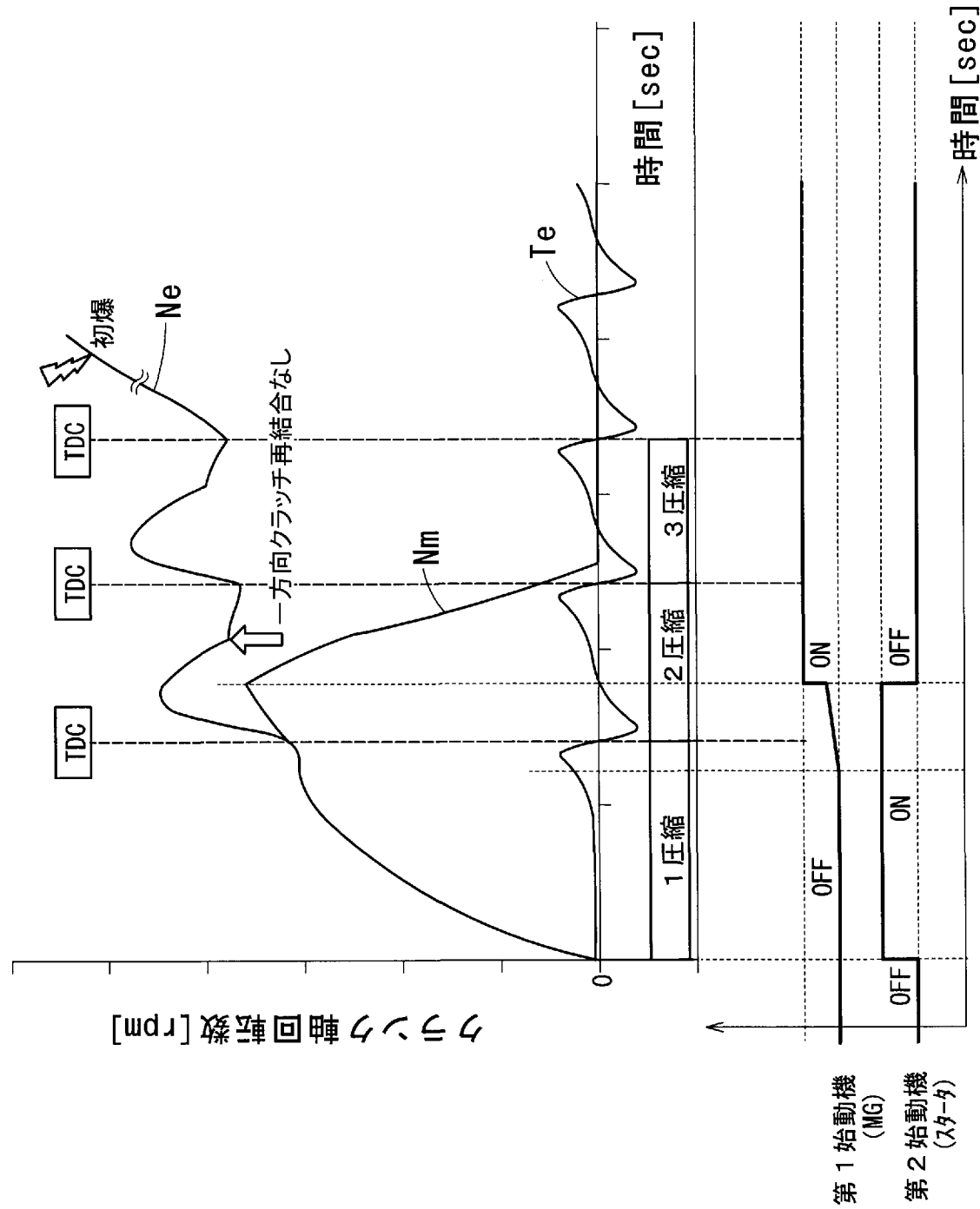
[図9]



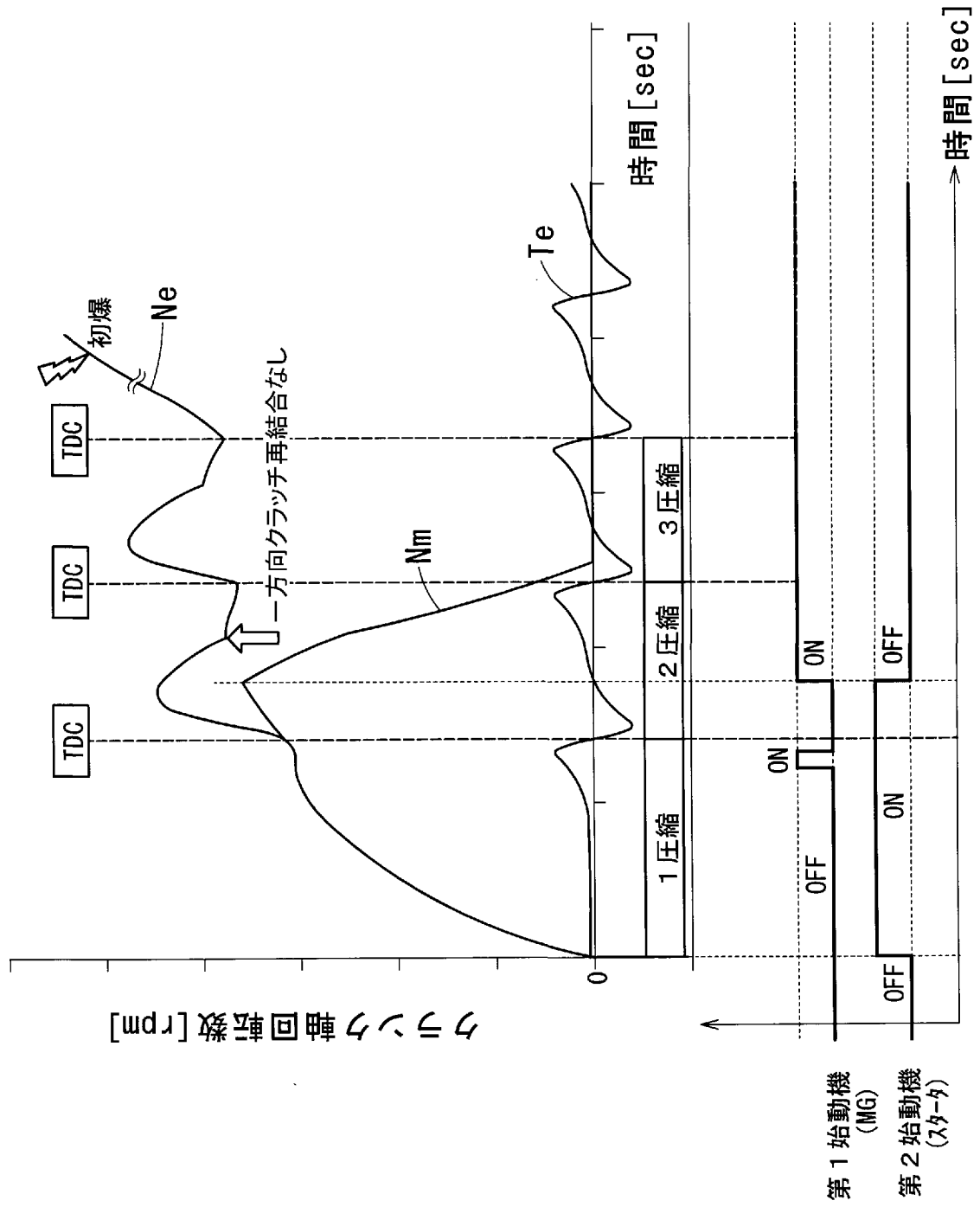
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/022171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02N11/08(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02N11/00(2006.01)i, F02N11/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02N11/08, F02D45/00, F02N11/00, F02N11/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-98748 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 May 2016 (30.05.2016), paragraphs [0020] to [0083]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-20
A	JP 2004-346770 A (Toyota Motor Corp., Denso Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraphs [0055] to [0111]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-20
A	JP 2004-251222 A (Hitachi, Ltd.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraphs [0006] to [0028]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 June 2017 (28.06.17)

Date of mailing of the international search report
11 July 2017 (11.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02N11/08(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02N11/00(2006.01)i, F02N11/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02N11/08, F02D45/00, F02N11/00, F02N11/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-98748 A（三菱電機株式会社）2016.05.30, 段落 0020-0083、図 1-3（ファミリーなし）	1 - 2 0
A	JP 2004-346770 A（トヨタ自動車株式会社、株式会社デンソー） 2004.12.09, 段落 0055-0111、図 1-5（ファミリーなし）	1 - 2 0
A	JP 2004-251222 A（株式会社日立製作所）2004.09.09, 段落 0006-0028、図 1-6（ファミリーなし）	1 - 2 0

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 7 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

二之湯 正俊

3 G

3 7 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5