

(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
2019年1月31日(31.01.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/021732 A1

(51) 国際特許分類:

F02D 41/20 (2006.01) *F02M 51/00* (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01) *F02M 51/06* (2006.01)
F02D 41/34 (2006.01) *F02M 61/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/024485

(22) 国際出願日: 2018年6月28日(28.06.2018)

(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 2017-146905 2017年7月28日(28.07.2017) 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).

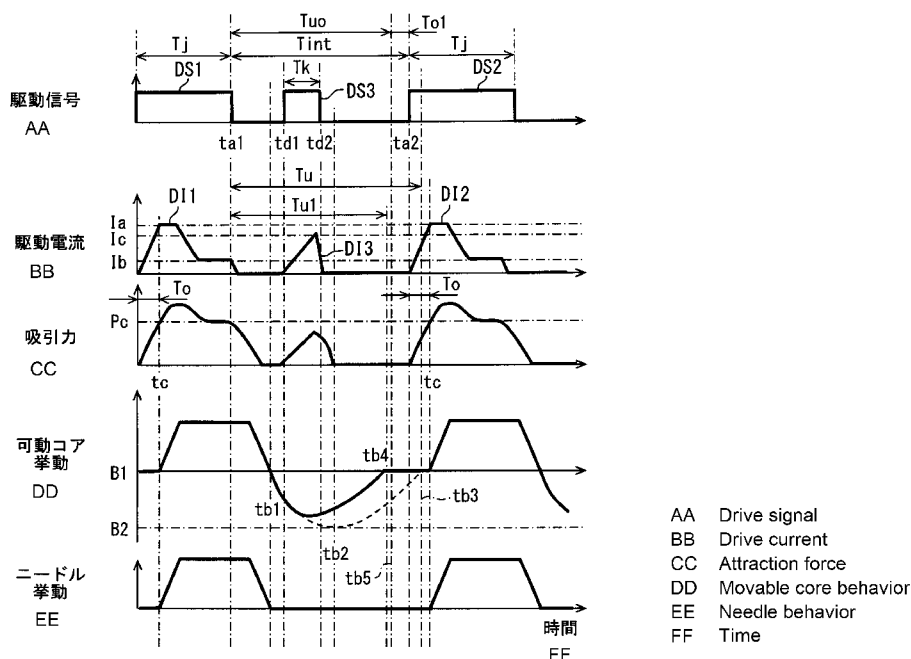
(72) 発明者: 丹羽 雅之 (NIWA Masayuki); 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社S O K E N内 Aichi (JP). 西前 誠 (SAIZEN Makoto); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 田中 誠 (TANAKA Makoto); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE AND FUEL INJECTION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法

$$(T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u)$$



(57) Abstract: A fuel injection control device equipped with an additional energization unit (S109) which, with regard to an undershoot generated by a first energization (D11) for injecting fuel, when an injection interval (T_{int}) is greater than or equal to an allowable period (T_{uo}) and less than or equal to a return period (T_u), adds an additional energization (D13) between the first energization and the following second energization (D12) for injecting fuel, where the return period refers to a predicted period required for a movable core (40) to return to an initial position (B1) after the first energization,



(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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the injection interval refers to a period from the first energization until the second energization, and the allowable period refers to a value obtained by subtracting a predicted rising period (T_o) for the second energization from the return period.

(57) 要約: 燃料噴射制御装置は、燃料噴射のための第1通電($D11$)により発生するアンダーシュートについて、第1通電から可動コア(40)が初期位置($B1$)に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間(T_u)と称し、第1通電から次の燃料噴射のための第2通電($D12$)までの期間を噴射インターバル(T_{int})と称し、第2通電について予測される立ち上がり期間(T_o)を戻り期間から引いた値を許容期間(T_{uo})と称すると、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、第1通電と第2通電との間に追加通電($D13$)を追加する追加通電部($S109$)、を備える。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年7月28日に出願された日本特許出願番号2017-146905号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] この明細書による開示は、燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法に関する。

背景技術

[0003] 燃料を噴射する燃料噴射弁として、コイルへの通電に伴って発生する電磁吸引力により移動する可動コアと、可動コアの移動に伴って開弁作動する弁体とを備え、可動コアと弁体との相対的な移動が可能になっている燃料噴射弁がある。例えば、特許文献1には、噴孔を閉鎖する閉弁向きに移動する弁体が閉弁位置にて停止しても、可動コアは、弁体の閉弁位置に対応した初期位置に停止せずに、弁体に対する相対移動として閉弁向きへの移動を継続する、という構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-124577号公報

発明の概要

[0005] ここで、弁体が閉弁位置で停止したにもかかわらず可動コアが初期位置よりも閉弁側にある状態をアンダーシュートと称すると、コイルへの次の通電に伴って発生した電磁吸引力によりアンダーシュート中の可動コイルが吸引されることがある。この場合、アンダーシュート中の可動コイルが電磁吸引力により開弁向きに強制的に引き戻されることで、この可動コアが初期位置で停止せずに開弁側に通過することが考えられる。

[0006] 本発明者は、アンダーシュート中の可動コアに電磁吸引力が加えられるタ

イミングや電磁吸引力の大きさによっては、可動コアが初期位置を開弁側に通過してもすぐに移動向きが閉弁向きに変わって初期位置に戻ってしまうことがある、という知見を得た。このように、可動コアが初期位置よりも開弁側に意図せずに一時的に移動すると、燃料が意図せずに一時的に噴射される不整噴射が発生するおそれがある。

[0007] 本開示の目的は、燃料が意図せずに一時的に噴射される不整噴射の発生を抑制できる燃料噴射制御装置及び燃料噴射制御方法を提供することにある。

[0008] 本開示の第1態様による燃料噴射制御装置は、燃料を噴射する噴孔と、開弁向きに移動することで噴孔を開放する弁体と、コイルへの通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コアと、弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置から固定コアに吸引されて開弁向きに移動することで弁体を開弁向きに移動させる可動コアと、弁体を開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部と、を備え、可動コアは、通電に伴う電磁吸引力の立ち上がりにより要する立ち上がり期間が経過することで開弁向きに移動を開始し、弁体は、弁体付勢部の付勢力により閉弁向きに移動することで可動コアを閉弁向きに移動させ、閉弁向きに移動する弁体が停止しても可動コアが閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、可動コアが移動向きを開弁向きに変えて初期位置に戻る燃料噴射弁、に適用される燃料噴射制御装置であって、燃料噴射のための第1通電により発生するアンダーシュートについて、第1通電から可動コアが初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間と称し、第1通電から次の燃料噴射のための第2通電までの期間を噴射インターバルと称し、第2通電について予測される立ち上がり期間を戻り期間から引いた値を許容期間と称すると、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、第1通電と第2通電との間に追加通電を追加する追加通電部、を備える。

[0009] 燃料噴射弁においては、可動コアが初期位置に停止している状態で電磁吸引力が生じて、電磁吸引力の大きさが不足している場合には開弁向きへの可動コアの移動が開始しないと考えられる。これに対して、本発明者は、噴

射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、アンダーシュート中の可動コアが電磁吸引力により加速されて燃料の不整噴射が発生しやすい、という知見を得た。この知見によれば、アンダーシュートにおいてコアブーストで開弁向きに移動している可動コアに電磁吸引力が加えられると、この電磁吸引力が十分に立ち上がっていてもコアブースト中の可動コアが加速される。このように加速された可動コアが初期位置に到達すると、可動コアの勢いで弁体がこの可動コアと共に開弁向きに意図せずに移動する、ということが生じやすくなる。その一方で、初期位置よりも開弁側に移動した可動コアは、十分に立ち上がっていない電磁吸引力が弁体付勢部の付勢力に負けることで移動向きを閉弁向きに変えて初期位置に戻り、これに伴って弁体も閉弁する。このようにして燃料の不整噴射が発生すると考えられる。

[0010] そこで、上記第1態様によれば、噴射インターバルが許容期間以上である且つ戻り期間以下である場合に、第1通電と第2通電との間で追加通電が行われる。この場合、可動コアが電磁吸引力により加速されることで実際の戻り期間が短縮されるため、実際の戻り期間を噴射インターバルより短くすることが可能になる。すなわち、噴射インターバルが戻り期間以下であるという不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。したがって、不整噴射が発生することを抑制できる。

[0011] 本開示の第2態様による燃料噴射制御装置は、燃料を噴射する噴孔と、開弁向きに移動することで噴孔を開放する弁体と、コイルへの通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コアと、弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置から固定コアに吸引されて開弁向きに移動することで弁体を開弁向きに移動させる可動コアと、弁体を開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部と、を備え、可動コアは、通電に伴う電磁吸引力の立ち上がりにより要する立ち上がり期間が経過することで開弁向きに移動を開始し、弁体は、弁体付勢部の付勢力により閉弁向きに移動することで可動コアを閉弁向きに移動させ、閉弁向きに移動する弁体が停止しても可動コアが閉弁

向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、可動コアが移動向きを開弁向きに変えて初期位置に戻る燃料噴射弁、に適用される燃料噴射制御装置であって、燃料噴射のための第1通電により発生するアンダーシュートについて、可動コアが初期位置に戻ってくると予測される戻りタイミングが、次の燃料噴射のための第2通電について予測される立ち上がり期間に含まれる場合に、第1通電と第2通電との間に追加通電を追加する追加通電部、を備える。

[0012] 本発明者は、燃料の不整噴射が発生する条件として、第1通電により発生したアンダーシュートについての戻りタイミングが第2通電についての立ち上がり期間に含まれるという条件がある、という知見を得た。この条件が満たされると、上記第1態様についての説明と同様に、燃料の不整噴射が発生すると考えられる。

[0013] そこで、上記第2態様によれば、第1通電による戻りタイミングが第2通電についての立ち上がり期間に含まれている場合に、第1通電と第2通電との間で追加通電が行われる。この場合、可動コアが電磁吸引力により加速されることで実際の戻りタイミングが早められるため、実際の戻りタイミングを第2通電についての立ち上がり期間より早いタイミングにすることが可能になる。すなわち、第1通電による戻りタイミングが第2通電についての立ち上がり期間に含まれるという不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。したがって、上記第1態様と同様に、不整噴射が発生することを抑制できる。

[0014] 本開示の第3態様による燃料噴射制御装置は、燃料を噴射する噴孔と、開弁向きに移動することで噴孔を開放する弁体と、コイルへの通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コアと、弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置から固定コアに吸引されて開弁向きに移動することで弁体を開弁向きに移動させる可動コアと、弁体を開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部と、を備え、可動コアは、通電に伴う電磁吸引力の立ち上がりに要する立ち上がり期間が経過することで開弁向きに移動を開始し

、弁体は、弁体付勢部の付勢力により閉弁向きに移動することで可動コアを閉弁向きに移動させ、閉弁向きに移動する弁体が停止しても可動コアが閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、可動コアが移動向きを開弁向きに変えて初期位置に戻る燃料噴射弁、に適用される燃料噴射制御装置であって、燃料噴射のための第1通電により発生するアンダーシュートについて、第1通電から可動コアが初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間と称し、第1通電から次の燃料噴射のための第2通電までの期間を噴射インターバルと称し、第2通電について予測される立ち上がり期間を戻り期間から引いた値を許容期間と称すると、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、第2通電について予測される立ち上がり期間が、噴射インターバルが許容期間より短い又は戻り期間より長い場合に比べて短くなるように、第2通電の態様を変更する変更通電部、を備える。

[0015] 上記第3態様によれば、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下であるという不整噴射の発生条件に該当する場合、第2通電についての立ち上がり期間が、この条件に該当しない場合に比べて短くされる。このため、不整条件に該当する場合は、第2通電についての立ち上がり期間が短くなった分だけ許容期間が長くなる。このように許容期間を積極的に長くすることで、噴射インターバルが許容期間以上であるという不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。したがって、上記第1態様と同様に、不整噴射が発生することを抑制できる。

[0016] また、第2通電によりコイルに流れる電流の増加度合いが、立ち上がり期間の短縮に伴って増加するため、仮に許容期間が噴射インターバルより長くならなかったとしても、電磁吸引力が急峻に増加することで可動コアの開弁向きへの移動が継続されやすくなる。この場合、アンダーシュートの勢いで初期位置を通過した可動コアが、移動向きを変えて再び初期位置に戻るということを抑制できる。したがって、不整噴射が発生することを抑制できる。

[0017] 本開示の第4態様による燃料噴射制御装置は、燃料を噴射する噴孔と、開

弁向きに移動することで噴孔を開放する弁体と、コイルへの通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コアと、弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置から固定コアに吸引されて開弁向きに移動することで弁体を開弁向きに移動させる可動コアと、弁体を開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部と、を備え、可動コアは、通電に伴う電磁吸引力の立ち上がり要する立ち上がり期間が経過することで開弁向きに移動を開始し、弁体は、弁体付勢部の付勢力により閉弁向きに移動することで可動コアを閉弁向きに移動させ、閉弁向きに移動する弁体が停止しても可動コアが閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、可動コアが移動向きを開弁向きに変えて初期位置に戻る燃料噴射弁、に適用される燃料噴射制御装置であって、燃料噴射のための第1通電により発生するアンダーシュートについて、第1通電から可動コアが初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間と称し、第1通電から次の燃料噴射のための第2通電までの期間を噴射インターバルと称し、第2通電について予測される立ち上がり期間を戻り期間から引いた値を許容期間と称すると、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、第2通電よりも早いタイミングで開始され、第2通電が開始されるまで継続されるプレ通電を追加するプレ通電部、を備える。

[0018] 上記第4態様によれば、噴射インターバルが許容期間以上である且つ戻り期間以下である場合に、第2通電よりも早いタイミングでプレ通電が行われる。この場合、第2通電が開始されるよりも前のタイミングでプレ通電により電磁吸引力を立ち上げておくことで、第2通電により電磁吸引力を立ち上げるために要する期間を短縮することが可能になる。この場合、上記第3態様と同様に、第2通電についての立ち上がり期間が短くなった分だけ許容期間が長くなり、噴射インターバルが許容期間以上であるという不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。したがって、上記第3態様と同様に、不整噴射が発生することを抑制できる。

[0019] また、上記第3態様と同様に、第2通電によりコイルに流れる電流の増加

度合いが、立ち上がり期間の短縮に伴って増加するため、燃料の不整噴射が発生することを抑制できる。

[0020] 本開示の第5態様による燃料噴射制御方法は、燃料を噴射する噴孔と、開弁向きに移動することで噴孔を開放する弁体と、コイルへの通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コアと、弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置から固定コアに吸引されて開弁向きに移動することで弁体を開弁向きに移動させる可動コアと、弁体を開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部と、を備え、可動コアは、通電に伴う電磁吸引力の立ち上がりによする立ち上がり期間が経過することで開弁向きに移動を開始し、弁体は、弁体付勢部の付勢力により閉弁向きに移動することで可動コアを閉弁向きに移動させ、閉弁向きに移動する弁体が停止しても可動コアが閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、可動コアが移動向きを開弁向きに変えて初期位置に戻る燃料噴射弁、に適用される燃料噴射制御方法であって、燃料噴射のための第1通電により発生するアンダーシュートについて、第1通電から可動コアが初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間と称し、第1通電から次の燃料噴射のための第2通電までの期間を噴射インターバルと称し、第2通電について予測される電磁吸引力の立ち上がり期間を戻り期間から引いた値を許容期間と称すると、噴射インターバルが許容期間以上であり且つ戻り期間以下である場合に、第1通電と第2通電との間に追加通電を追加する燃料噴射制御方法である。

[0021] 上記第5態様によれば、上記第1態様と同様に、不整噴射が発生することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0022] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1実施形態における燃焼システムの構成を示す概略図であり、
、
[図2]図2は、燃料噴射弁の構成を示す概略縦断面図であり、

[図3]図3は、燃料噴射弁の開弁状態を示す図であり、

[図4]図4は、燃料噴射弁の開弁途中の状態を示す図であり、

[図5]図5は、燃料噴射弁の開弁完了状態を示す図であり、

[図6]図6は、燃料噴射弁のニードルがオーバーシュートしている状態を示す図であり、

[図7]図7は、燃料噴射弁の可動コアがアンダーシュートしている状態を示す図であり、

[図8]図8は、信号インターバルが基準戻り期間より長いことで不整噴射が発生しない場合の可動コアの挙動を示すタイミングチャートであり、

[図9]図9は、信号インターバルが許容期間より短いことで不整噴射が発生しない場合の可動コアの挙動を示すタイミングチャートであり、

[図10]図10は、不整噴射が発生した場合の可動コアの挙動を示すタイミングチャートであり、

[図11]図11は、中間駆動通電により不整噴射が発生しなくなった場合の可動コアの挙動を示すタイミングチャートであり、

[図12]図12は、噴射設定処理の手順を示すフローチャートであり、

[図13]図13は、第2実施形態における駆動電流の変化態様を示すタイミングチャートであり、

[図14]図14は、噴射設定処理の手順を示すフローチャートであり、

[図15]図15は、別の駆動電流の変化態様を示すタイミングチャートであり、

[図16]図16は、第3実施形態における駆動電流の変化態様を示すタイミングチャートであり、

[図17]図17は、プレ駆動通電により不整噴射が発生しなくなった場合の可動コアの挙動を示すタイミングチャートであり、

[図18]図18は、噴射設定処理の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形

態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施例の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

[0024] (第1実施形態)

図1に示すインジェクタ100は、燃焼システム110に含まれている。燃焼システム110は、内燃機関111、吸気管112、排気管113を有している。内燃機関111は、点火式のエンジンであり、例えばガソリンエンジンである。吸気管112は、内燃機関111の燃焼室111aに吸入空気を供給し、排気管113は燃焼室111aから排気を排出する。

[0025] 内燃機関111は、インジェクタ100に加えて、シリンダ114、ピストン115、吸気バルブ116、排気バルブ117、インジェクタ100、点火プラグ122、吸気圧センサ123、クランク角センサ124及びECU125を有している。ピストン115は、往復移動可能な状態でシリンダ114内に設けられている。燃焼室111aは、吸気ポート及び排気ポートを介して吸気管112及び排気管113に連通されており、吸気バルブ116は吸気ポートを開閉し、排気バルブ117は排気ポートを開閉する。インジェクタ100は、燃料を噴射する燃料噴射弁であり、燃焼室111a内に燃料を直接噴射する。点火プラグ122は、燃焼室111a内にて吸入空気と燃料との混合気を点火させる。吸気圧センサ123は、吸気管112に取り付けられており、吸気管112内の圧力を吸気圧として検出する。クランク角センサ124は、クランクシャフトに取り付けられており、クランク角を検出する。

[0026] ECU (Engine Control Unit) 124は、燃焼システム110の動作制御を行う制御装置である。ECU125は、プロセッサ124a、記憶部124b、入出力インターフェース等を含んで構成されたコンピュータを有している。記憶部124bとしては、RAM等の記憶媒体が挙げられる。ECU125においては、燃焼システム110の動作制御を行うためのプログラムが記憶部124b等に記憶されており、このプログラムがプロセッサ124aにより実行される。ECU125は、吸気圧センサ123やクランク角センサ124等の各種検出部に電氣的に接続されており、これら検出部の検出結果に基づいて、点火プラグ122の動作制御や、スロットルバルブの開度制御といったエンジン制御を行う。ECU125は、吸気圧センサ123かECU125をエンジン制御装置と称し、燃焼システム110をエンジン制御システムと称することもできる。

[0027] 燃焼システム110は、燃焼室111aに燃料を供給する燃料供給システム130を有している。燃料供給システム130は、上述したインジェクタ100に加えて、燃料タンク131、燃料ポンプ132、燃料デリバリ133、噴射圧センサ134及び制御ユニット135を有している。燃料タンク131は燃料を貯留しており、燃料ポンプ132は、燃料タンク131内の燃料を昇圧した状態でインジェクタ100に供給する高圧ポンプである。燃焼システム110は、複数のインジェクタ100を有しており、燃料デリバリ133は、これらインジェクタ100に燃料を分配する。噴射圧センサ134は、燃料デリバリ133に設けられており、インジェクタ100に供給される燃料の圧力を噴射圧として検出する。

[0028] 制御ユニット135は、燃料供給システム130の動作制御を行う制御装置である。制御ユニット135は、プロセッサ135a、記憶部135b、入出力インターフェース等を含んで構成されたコンピュータを有している。記憶部135bとしては、RAM等の記憶媒体が挙げられる。制御ユニット135においては、インジェクタ100の動作制御を行うためのプログラムが記憶部135b等に記憶されており、このプログラムがプロセッサ135

aにより実行される。制御ユニット135は、噴射圧センサ134等の各種検出部に電氣的に接続されており、これら検出部の検出結果に基づいて、インジェクタ100や燃料ポンプ132の動作制御を燃料噴射制御として行う。制御ユニット135は、燃料噴射弁であるインジェクタ100の動作制御を行う燃料噴射制御装置に相当する。なお、車両においては、SCU (Sensor Control Unit) が制御ユニット135として用いられていてもよい。

[0029] 図2に示すインジェクタ100は、ハウジング20、ノズル部10、固定コア60、可動コア40、弁体としてのニードル30、可動プレート50、第1スプリング80、第2スプリング90、および、コイル70等を備えている。インジェクタ100においては、ニードル30を移動させる駆動部が、可動コア40、固定コア60、コイル70、第1スプリング80を含んで構成されている。

[0030] ハウジング20は、第1筒部材21、第2筒部材22、第3筒部材23、外周部材25および樹脂モールド部26を有する。第1筒部材21、第2筒部材22および第3筒部材23は、いずれも略円筒状に形成され、第1筒部材21、第2筒部材22、第3筒部材23の順に同軸となるよう配置され、互いに接続している。外周部材25は第1筒部材21と第3筒部材23の外周面に当接している。第1筒部材21、第3筒部材23および外周部材25は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材により形成されている。一方、第2筒部材22は、例えばオーステナイト系ステンレス等の非磁性材により形成されている。

[0031] ノズル部10は、第1筒部材21の端部に設けられており、金属製の円板形状に形成されている。ノズル部10の中央には、ノズル部10を板厚方向に貫く噴孔11が形成されている。また、ノズル部10の一方の面には、噴孔11を囲むようにして環状の弁座12が形成されている。ノズル部10は、側壁が第1筒部材21の内壁に嵌合するようにして第1筒部材21に接続している。

- [0032] 固定コア60は、第3筒部材23の端部に設けられており、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材により略円筒状に形成されている。固定コア60は、ハウジング20の内側に設けられている。なお、固定コア60およびノズル部10は、溶接によりハウジング20に固定されている。
- [0033] ニードル30は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により棒状に形成されている。ニードル30は、ハウジング20内に軸方向へ往復移動可能に收容されている。ニードル30は、軸方向に延びる棒状の本体32と、本体32のノズル部10側の端部に形成されたシール部31と、本体32のノズル部10側とは反対側の端部に形成された鏝部33と、を有する。ニードル30は、シール部31が弁座12から離間（つまり離座）または弁座12に当接（つまり着座）することで噴孔11を開閉する。以下、適宜、ニードル30が弁座12から離間する向きを開弁向きといい、ニードル30が弁座12に当接する向きを閉弁向きという。本体32の鏝部33側は、中空筒状に形成され、本体32の内壁321と外壁322とを接続する孔34が形成されている。鏝部33は、ハウジング20の内壁24に向けて拡がる円板形状である。
- [0034] 可動コア40は、例えばフェライト系ステンレス等の磁性材により略円筒状に形成されている。可動コア40は、固定コア60とノズル部10との間を往復移動可能な状態で、ハウジング20の内部に收容される。可動コア40の中央には、貫通孔44が形成される。可動コア40の貫通孔44の内壁とニードル30の本体32の外壁322とは摺動可能であり、可動コア40の外壁42とハウジング20の内壁24とは摺動可能である。これにより、可動コア40は、ニードル30およびハウジング20と摺動しながらハウジング20の内側で往復移動可能である。
- [0035] 可動コア40は、固定コア60側の端面41に、貫通孔44の内壁から径外方向へ環状に拡がるよう形成される收容凹部45を有する。また、可動コア40は、固定コア60側の端面41に、收容凹部45の底壁452とは反対側の端なる部から径外方向へ環状に拡がるよう形成される嵌入溝部46を

有する。收容凹部４５にはニードル３０の鍔部３３が收容され、嵌入溝部４６には後で説明する可動プレート５０が嵌入される。

[0036] 可動プレート５０は、例えばマルテンサイト系ステンレス等の金属により收容凹部４５よりも径が大きい円盤状に形成され、中央に孔５１を有する。可動プレート５０は、可動コア４０のノズル部１０とは反対側に、可動コア４０およびニードル３０の鍔部３３に当接可能に設けられる。可動プレート５０は、嵌入溝部４６に嵌入可能に設けられる。

[0037] コイル７０は、略円筒状に形成され、第２筒部材２２および第３筒部材２３の径方向外側を囲むようにして設けられている。第１筒部材２１、第２筒部材２２、第３筒部材２３および外周部材２５との間には、樹脂モールド部２６が充填されている。

[0038] コイル７０に電力が供給されてコイル７０に磁力が生じると、固定コア６０、可動コア４０、第１筒部材２１、第３筒部材２３および外周部材２５に磁気回路が形成される。これにより、電磁吸引力が可動コア４０に作用して、可動コア４０は固定コア６０に吸引される。このとき、收容凹部４５の底壁４５２はニードル３０の鍔部３３に当接するため、ニードル３０は、可動コア４０とともに固定コア６０側、すなわち開弁向きへ移動する。これにより、シール部３１が弁座１２から離間し、噴孔１１が開放される。また、可動コア４０は、端面４１が固定コア６０に当接することにより、開弁向きへの移動が規制される。

[0039] 第１スプリング８０は、可動プレート５０に当接して弾性力を付与することで、可動コア４０およびニードル３０を閉弁向きに付勢している。第２スプリング９０は、可動コア４０に当接して弾性力を付与することで、可動プレート５０を固定コア６０側（つまり開弁向き）に付勢している。第１スプリング８０の付勢力は、第２スプリング９０の付勢力よりも大きく設定されている。そのため、コイル７０に電力が供給されていない状態では、ニードル３０は、シール部３１が弁座１２に当接した閉弁状態となる。なお、第１スプリング８０が弁体を付勢する弁体付勢部に相当し、第２スプリング９０

が固定コア60を付勢するコア付勢部に相当する。

[0040] 第2スプリング90は、第1端が可動コア40の噴孔11側の端面43に形成された溝部431の底面に当接するように設けられている。第2スプリング90の第2端は、ハウジング20の第1筒部材21の内側に形成された環状の段差面211に当接している。第2スプリング90は、軸方向に延びる力を有している。これにより、第2スプリング90は、可動コア40を付勢することで可動プレート50を固定コア60側に付勢している。この場合の可動コア40の位置を初期位置B1と称する。可動コア40が初期位置B1にある場合、可動コア40の端面43が、軸方向において噴孔11とは反対側に向けて第1筒部材21の段差面から離間している。このため、可動コア40は、初期位置B1よりも噴孔11側に移動することが可能になっている。

[0041] 図3に示すように、コイル70への通電オフ時には、第1スプリング80および第2スプリング90の付勢力によって、可動プレート50は、ニードル30および可動コア40の両方に当接する。具体的には、可動プレート50の下端面53が、ニードル30の鏝部33の端面331、および可動コア40の嵌入溝部46の底壁461に当接する。この場合の可動コア40、ニードル30は閉弁状態になっている。この場合のニードル30の位置を閉弁位置A1と称する。ここで、鏝部33の軸方向の長さを $L1$ とし、可動プレート50の下端面53と収容凹部45の底壁452との軸方向の距離を $L2$ とする。鏝部33、可動プレート50、収容凹部45および嵌入溝部46は、 $L1 < L2$ の関係を満たすよう形成されている。

[0042] また、鏝部33の下端面332と収容凹部45の底壁452との軸方向の距離を $G1$ とし、可動コア40の端面41と固定コア60の可動コア40側の端面との軸方向の距離を $G2$ とする。鏝部33、可動プレート50、収容凹部45、嵌入溝部46、可動コア40および固定コア60は、 $G1 < G2$ 、および、 $G1 = L2 - L1$ の関係を満たすよう設けられている。

[0043] 図2の説明に戻り、第3筒部材23の端部には、略円筒状の燃料導入パイ

プ62が圧入および溶接されている。燃料導入パイプ62から流入した燃料は、固定コア60、可動プレート50の孔51、ニードル30の本体32の内側、ニードル30の孔34、および第1筒部材21とニードル30との間を順に流通する。コイル70への通電オンによりニードル30が開弁している状態では、上述の如く流通した燃料は、シール部31と弁座12との間を流通した後、噴孔11から噴射される。

[0044] 次に、本実施形態のインジェクタ100の作動を図3～5に基づいて説明する。

[0045] コイル70への通電をオフさせた状態では、図3に示すように、第1スプリング80は、可動プレート50を付勢することでニードル30を閉弁向きに付勢し、第2スプリング90は、可動コア40を固定コア60側に付勢している。可動プレート50の下端面53は、ニードル30の鏝部33の端面331、および可動コア40の嵌入溝部46の底壁461に当接し、先述した通り $L1 < L2$ かつ $G1 < G2$ の状態となっている。これにより、ニードル30のシール部31が弁座12に着座した閉塞状態となり、噴孔11は閉弁された状態となる。

[0046] コイル70への通電をオンさせると、図4に示すように、可動コア40は、固定コア60に吸引されて固定コア60側へ移動する。可動プレート50は、可動コア40に押されて第1スプリング80の付勢力に抗して第1スプリング80側へ移動する。また、可動コア40は、所定距離 $G1$ 分加速し、加速距離分の運動エネルギーを持った状態でニードル30の鏝部33の下端面332に衝突する。この衝突により、ニードル30は急速に開弁向きへ移動を開始し、シール部31が弁座12から離間して、噴孔11から燃料が噴射される。

[0047] 可動コア40は、ニードル30に衝突した後さらに移動を継続し、図5に示すように固定コア60と衝突する。つまり、可動コア40の移動が規制される。ニードル30は、鏝部33が底壁452に係合した状態で、可動コア40により開弁向きへ付勢される。このように付勢される期間は、可動コア

40がニードル30に衝突してから、可動コア40が固定コア60に衝突するまでの期間である。

[0048] 可動コア40が移動停止する一方で、ニードル30は、図6に示すように可動コア40から離れ、慣性によって第1スプリング80の弾性力に抗して移動を継続する。可動プレート50を介してニードル30に押し付けられた第1スプリング80は、限界まで縮んだ後、可動プレート50およびニードル30を閉弁向きの側へ押し戻して移動させる。このように押し戻される可動プレート50およびニードル30は、再び可動コア40に当接した図4の状態では移動停止する。

[0049] このように、可動コア40が移動して固定コア60に当接した以降もニードル30が慣性で移動し続ける挙動をオーバーシュートと呼ぶ。図6に示すように、オーバーシュート量L3は、ニードル30と可動コア40との軸方向における離間距離である。具体的には、鏝部33の下端面332から収容凹部45の底壁452までの軸方向における距離である。

[0050] コイル70への通電をオフさせると、電磁吸引力は低下していき、開弁保持力を下回ると、可動プレート50、可動コア40およびニードル30は閉弁向きへ移動する。具体的には、先ず、可動プレート50が、第1スプリング80によりニードル30側に付勢されることで、可動コアとともに閉弁向きへの移動を開始する。その後、可動プレート50がニードル30の鏝部33に当接して、閉弁向きへニードル30を付勢する。換言すれば、第1スプリング80の弾性力が、可動プレート50を介してニードル30へ伝達され、その弾性力によりニードル30が閉弁作動を開始する。閉弁向きへ移動するニードル30は、シール部31が弁座12に当接することで移動停止する。

[0051] ニードル30の移動停止とともに可動プレート50も移動停止する一方で、可動コア40は、図7に示すように可動プレート50から離れ、慣性によって第2スプリング90の弾性力に抗して閉弁向きへの移動を継続する。この場合、可動コア40は、第2スプリング90が縮むことで初期位置B1を

通過して最離位置 B 2 に到達した後、今度は第 2 スプリング 9 0 が伸びること
で開弁向きへの移動を開始し、初期位置 B 1 に戻る。最離位置 B 2 から初
期位置 B 1 に戻った可動コア 4 0 は、図 3 に示すように、可動プレート 5 0
に引っ掛かった状態で初期位置 B 1 にて停止する。

[0052] このように、ニードル 3 0 が閉弁位置 A 1 に戻った後、可動コア 4 0 が初
期位置 B 1 よりも最離位置 B 2 側に移動した状態をアンダーシュートと称す
る。また、アンダーシュート中の可動コア 4 0 について、最離位置 B 2 から
初期位置 B 1 に向けて開弁向きに移動する状態をコアブーストと称し、コア
ブースト中の可動コア 4 0 は、第 2 スプリング 9 0 の復元力により移動して
いることになる。

[0053] 図 7 に示すように、アンダーシュート中の可動コア 4 0 について、初期位
置 B 1 からの離間距離をアンダーシュート量 L_4 と称すると、このアンダー
シュート量 L_4 は、可動コア 4 0 と可動プレート 5 0 との軸方向における離
間距離になる。具体的には、可動コア 4 0 の固定コア 6 0 側の端面 4 1 と、
可動プレート 5 0 の固定コア 6 0 側の端面との軸方向における離間距離であ
る。アンダーシュート量 L_4 が増加している最中は、可動コア 4 0 が初期位
置 B 1 から遠ざかっている途中であり、可動コア 4 0 の慣性により第 2 スプ
リング 9 0 が縮んでいる最中である。一方、アンダーシュート量 L_4 が減少
している場合は、可動コア 4 0 が初期位置 B 1 に近付いている途中であり、
第 2 スプリング 9 0 が自身の弾性力により伸びている最中である。

[0054] なお、上述したように、可動プレート 5 0 は可動コア 4 0 とともに軸方向
に移動するが、閉弁および開弁のいずれの場合であっても、可動プレート 5
0 の移動開始タイミングは可動コア 4 0 の移動開始タイミングと同じである
。これに対し、ニードル 3 0 の移動開始タイミングは、閉弁および開弁のい
ずれの場合であっても、可動コア 4 0 の移動開始タイミングよりも遅れる。
ただし、インジェクタ 1 0 0 の動作説明では、ニードル 3 0 と可動コア 4 0
との移動開始タイミングのずれを無視し、可動コア 4 0 の移動開始と共にニ
ードル 3 0 も移動開始する。これは、可動プレート 5 0 が設けられておらず

に第1スプリング80がニードル30を直接的に付勢し、可動コア40が初期位置にある場合にニードル30の鏑部33が可動コア40に引っ掛かった構成により実現可能になっている。

[0055] 可動プレート50は、可動コア40とは別体に構成され、かつ、可動コア40とともに移動する移動部材を提供する。可動プレート50は、開弁向きには可動コア40に押されて移動し、閉弁向きには第1スプリング80に押されて移動する。また、第1スプリング80に押されて移動する際には、第1スプリング80の弾性力をニードル30に伝達する閉弁力伝達部材として可動プレート50は機能する。

[0056] 制御ユニット135は、インジェクタ100に対して電気信号としての駆動信号を出力することで、インジェクタ100に燃料噴射を行わせる。インジェクタ100においては、駆動信号に合わせてコイル70への通電が行われる。この場合、駆動信号に応じた駆動電流がコイル70に流れる。制御ユニット135は、多段噴射として、1燃焼サイクル中にインジェクタ100による燃料噴射を複数回行わせることが可能になっている。なお、駆動信号を駆動指令信号や噴射指令信号と称することもできる。

[0057] 多段噴射が行われる場合の可動コア40の挙動について、図8～図11を参照しつつ説明する。ここでは、駆動信号がハイレベルに移行することをONと称し、駆動信号がローレベルに移行することをOFFと称する。前回の駆動信号を第1駆動信号DS1と称し、今回の駆動信号を第2駆動信号DS2と称すると、図8～図11では、タイミング t_{a1} にて第1駆動信号DS1がOFFされ、タイミング t_{a2} にて第2信号C2がONされる。第1駆動信号DS1と第2駆動信号DS2との期間を信号インターバル T_{int} と称すると、信号インターバル T_{int} は、第1駆動信号DS1のOFFタイミング t_{a1} から第2駆動信号DS2のONタイミング t_{a2} までの期間である。駆動信号DS1、DS2がONで継続される期間を駆動指令期間 T_j と称すると、この駆動指令期間 T_j は、第1駆動信号DS1と第2駆動信号DS2とで同じ長さの場合もあれば異なる長さの場合もある。なお、信号イ

ンターバル T_{int} が噴射インターバルに相当する。

[0058] 駆動信号に応じた駆動電流が流れる通電としては、第1駆動信号 DS_1 に応じた駆動電流が流れる第1駆動通電 D_{I1} と、第2駆動信号 DS_2 に応じた駆動電流が流れる第2駆動通電 D_{I2} とがある。これら駆動通電 D_{I1} , D_{I2} に伴う駆動電流は、駆動信号 DS_1 , DS_2 の ON に伴って第1駆動値 I_a まで徐々に増加し、この第1駆動値 I_a にてある程度の期間だけ保持される。そして、第1駆動値 I_a より小さい第2駆動値 I_b まで減少し、この第2駆動値 I_b でもある程度の期間だけ保持された後、駆動信号 DS_1 , DS_2 の OFF に伴って徐々に減少してゼロになる。なお、駆動信号 DS_1 , DS_2 には、駆動通電 D_{I1} , D_{I2} に伴う駆動電流を第1駆動値 I_a 及び第2駆動値 I_b に変化させる情報が含まれている。また、第1駆動通電 D_{I1} が第1通電に相当し、第2駆動通電 D_{I2} が第2通電に相当する。

[0059] 駆動通電 D_{I1} , D_{I2} により生じる電磁吸引力は、駆動通電 D_{I1} , D_{I2} の増加と共に徐々に増加することで可動値 P_c まで立ち上がり、この電磁吸引力が可動値 P_c に達することで可動コア 40 が開弁向きへの移動を開始する。これにより、ニードル 30 が開弁作動して燃料噴射が開始される。可動値 P_c は、例えば第1スプリング 80 の付勢力に打ち勝つことができる値である。電磁吸引力が可動値 P_c に到達したタイミングを立ち上がりタイミング t_c と称し、駆動信号 DS_1 , DS_2 が ON になったタイミングから電磁吸引力が可動値 P_c に達するのに要する期間を立ち上がり期間 T_o と称する。例えば第2駆動信号 DS_2 については、図8に示すように、ONタイミング t_{a2} から立ち上がりタイミング t_c までの期間が立ち上がり期間 T_o に相当する。本実施形態では、駆動信号 DS_1 , DS_2 についての各立ち上がり期間 T_o が同じになるように、駆動信号 DS_1 , DS_2 や駆動通電 D_{I1} , D_{I2} が設定されている。

[0060] なお、図8～図11の可動コア挙動及びニードル挙動においては、縦軸が可動コア 40 及びニードル 30 の移動量であり、移動量の増加が開弁向きへの移動を示し、移動量の減少が閉弁向きへの移動を示す。

[0061] 駆動信号DS1, DS2がOFFになった場合、それに合わせて可動コア40及びニードル30は閉弁向きへの移動を開始し、上述したように可動コア40のアンダーシュートが発生する。図8においては、アンダーシュートする可動コア40が、タイミングtb1にて初期位置B1を閉弁向きに通過し、タイミングtb2にて最離位置B2に到達する。その後、可動コア40は、閉弁向きに移動することでタイミングtb3にて初期位置B1に戻る。このタイミングtb3を基準戻りタイミングtb3と称し、第1駆動信号DS1のOFFタイミングta1から基準戻りタイミングtb3までの期間を基準戻り期間Tuと称する。また、可動コア40が最離位置B2に到達したタイミングtb2を最離タイミングtb2と称する。さらに、可動コア40のアンダーシュートが開始するタイミングtb1を開始タイミングtb1と称すると、開始タイミングtb1から基準戻りタイミングtb3までの期間が、可動コア40がアンダーシュートするアンダーシュート期間に相当する。

[0062] 図8に示すように、基準戻りタイミングtb3が第2駆動信号DS2に対する電磁吸引力の立ち上がり期間Toよりも早い場合、アンダーシュート中の可動コア40には電磁吸引力が加えられない。この場合、基準戻りタイミングtb3が第2駆動信号DS2のONタイミングta2よりも早いことで、信号インターバルTinは基準戻り期間Tuよりも長くなっている。

[0063] 基準戻り期間Tuには、立ち上がり期間Toと同じ長さを有する特定期間To1が含まれている。基準戻り期間Tuにおいて、最離タイミングtb2と基準戻りタイミングtb3との間には特定タイミングtb5が存在しており、特定期間To1は、この特定タイミングtb5と基準戻りタイミングtb3との期間である。また、基準戻り期間Tuには、この基準戻り期間Tuから特定期間To1を引いた長さを有する許容期間Tu0が含まれている。許容期間Tu0は、第1駆動信号DS1のOFFタイミングta1と特定タイミングtb5との期間であり、基準戻り期間Tuより短くなっている。

[0064] ここで、第1駆動通電D11により生じるアンダーシュートについては、

過去情報や実験情報が記憶部 135b に記憶されていることで、基準戻りタイミング t_{b3} や基準戻り期間 T_u を予測することが可能である。また、第 2 駆動通電 D_{I2} による電磁吸引力の立ち上がり期間 T_o も予測することが可能である。なお、これら基準戻りタイミング t_{b3} を予測戻りタイミングと称することもでき、基準戻り期間 T_u や立ち上がり期間 T_o を予測戻り期間や予測立ち上がり期間と称することもできる。

[0065] 図 9 に示すように、予測される基準戻りタイミング t_{b3} が第 2 駆動信号 DS_2 に対して予測される立ち上がり期間 T_o よりも遅い場合、予測される許容期間 T_{uo} においてアンダーシュート中の可動コア 40 に電磁吸引力が加えられる。この場合、基準戻りタイミング t_{b3} が第 2 駆動信号 DS_2 の ON タイミング t_{a2} よりも遅いことで、信号インターバル T_{int} は基準戻り期間 T_u よりも短くなっている。さらに、信号インターバル T_{int} は、許容期間 T_{uo} よりも短くなっている。

[0066] このように基準戻りタイミング t_{b3} が立ち上がり期間 T_o よりも遅い場合、許容期間 T_{uo} において可動コア 40 が強制的に初期位置 B1 側に引き戻されることで、アンダーシュート期間が短くなる。この場合、可動コア 40 が初期位置 B1 に戻るタイミングは、基準戻りタイミング t_{b3} よりも早いコア戻りタイミング t_{b4} になっている。このため、第 1 駆動信号 DS_1 の OFF タイミング t_{a1} から可動コア 40 が初期位置 B1 に戻るために要する期間は、基準戻り期間 T_u よりも短いコア戻り期間 T_{u1} になっている。なお、コア戻り期間 T_{u1} が追加戻り期間に相当し、コア戻りタイミング t_{b4} が追加戻りタイミングに相当する。

[0067] このように許容期間 T_{uo} においてアンダーシュート期間が短縮化されても、立ち上がりタイミング t_c までには可動コア 40 が初期位置 B1 に戻っておらず、コア戻りタイミング t_{b4} が立ち上がりタイミング t_c よりも遅くなる。換言すれば、可動コア 40 が初期位置 B1 に戻ったコア戻りタイミング t_{b4} では、電磁吸引力が少なくとも可動値 P_c まで増加している。このため、可動コア 40 は、初期位置 B1 に戻ることでニードル 30 に衝突し

、可動値 P_c 以上の電磁吸引力によりニードル 30 ごと初期位置 B1 を通過して開弁側に移動することで、ニードル 30 を開弁作動させる。

[0068] コア戻りタイミング t_{b4} が立ち上がりタイミング t_c よりも遅い期間をコア遅れ期間 T_z と称すると、可動コア 40 は、コア遅れ期間 T_z だけ遅れて初期位置 B1 から開弁向きに移動開始する。このため、駆動指令期間 T_j が一定であれば、噴孔 11 からの燃料噴射量は、コア遅れ期間 T_z がゼロの場合に比べてコア遅れ期間 T_z の分だけ減少することになる。

[0069] 一方、図 10 に示すように、基準戻りタイミング t_{b3} が第 2 駆動信号 DS2 に対する立ち上がり期間 T_o に含まれる場合、基準戻りタイミング t_{b3} が立ち上がり期間 T_o に含まれる場合と同様に、アンダーシュート中の可動コア 40 に電磁吸引力が加えられる。この場合でも、基準戻りタイミング t_{b3} が第 2 駆動信号 DS2 の ON タイミング t_{a2} よりも遅いことで、信号インターバル T_{int} は基準戻り期間 T_u 以下になっている。その一方で、信号インターバル T_{int} は、許容期間 T_{uo} 以上になっている。これらの関係は、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ を満たしている。

[0070] このように基準戻りタイミング t_{b3} が立ち上がり期間 T_o に含まれる場合、特定期間 T_{o1} において可動コア 40 が強制的に初期位置 B1 側に引き戻されることで、アンダーシュート期間が短くなる。この場合、基準戻りタイミング t_{b3} が立ち上がり期間 T_o より遅い場合（図 9 参照）と同様に、可動コア 40 は、基準戻りタイミング t_{b3} よりも早いコア戻りタイミング t_{b4} にて初期位置 B1 に戻る。これにより、コア戻り期間 T_{u1} が基準戻り期間 T_u より短くなる。

[0071] このように特定期間 T_{o1} においてアンダーシュート期間が短縮化されるのは、コアブースト中の可動コア 40 に更に電磁吸引力が加えられることで、この可動コア 40 が加速するためである。ただし、特定期間 T_{o1} において可動コア 40 に加えられる電磁吸引力は、まだ可動値 P_c に達しておらず、初期位置 B1 にて停止中の可動コア 40 であれば移動を開始させることができない程度の比較的小さな力である。このため、加速された可動コア 40

は、初期位置 B 1 に戻ってニードル 3 0 に衝突することで一時的にニードル 3 0 ごと初期位置 B 1 を通過して開弁側に移動するものの、衝突による衝撃力が減衰することで再び閉弁側に移動して初期位置 B 1 に戻ってしまう。

[0072] このように可動コア 4 0 が初期位置 B 1 よりも開弁側に一時的に移動することを不整移動と称すると、可動コア 4 0 の不整移動が発生した場合には、ニードル 3 0 も一時的に開弁作動することで燃料が意図せずに噴射される不整噴射が発生してしまう。本発明者は、基準戻りタイミング t_{b3} が立ち上がり期間 T_o に含まれる場合に、第 1 駆動信号 DS_1 による燃料噴射と第 2 駆動信号 DS_2 による燃料噴射との間において、可動コア 4 0 の不整移動や燃料の不整噴射が発生しやすい、という知見を得た。

[0073] そこで、本実施形態では、第 2 駆動信号 DS_2 の ON タイミング t_{a2} が特定期間 T_{o1} に含まれている場合、許容期間 T_{uo} において、駆動信号としての中間駆動信号 DS_3 が制御ユニット 1 3 5 から出力される。図 1 1 に示すように、中間駆動信号 DS_3 は、信号インターバル T_{int} においてタイミング t_{d1} にて ON され、タイミング t_{d2} にて OFF される。中間駆動信号 DS_3 が ON で継続される期間を中間指令期間 T_k と称すると、この中間指令期間 T_k は、アンダーシュートの開始タイミング t_{b1} と最離タイミング t_{b2} との間にある。この場合、可動コア 4 0 のアンダーシュートの開始後に中間駆動信号 DS_3 が ON され、可動コア 4 0 が最離位置 B 2 に到達するよりも前に中間駆動信号 DS_3 が OFF される。

[0074] コイル 7 0 には、中間駆動信号 DS_3 に応じた中間駆動通電 D_{I3} による電流が流れる。中間駆動通電 D_{I3} による電流は、中間駆動信号 DS_3 の ON に伴って第 3 駆動値 I_c まで徐々に増加し、第 3 駆動値 I_c に到達した後は徐々に減少してゼロになる。第 3 駆動値 I_c は、第 1 駆動値 I_a と第 2 駆動値 I_b との間の値になっている。中間駆動信号 DS_3 には、中間駆動通電 D_{I3} に伴う駆動電流を第 3 駆動値 I_c に変化させる情報が含まれている。なお、中間駆動通電 D_{I3} は、追加通電に相当し、第 3 駆動値 I_c にてある程度の期間だけ保持されてもよく、第 3 駆動値 I_c に到達次第減少してもよ

い。

[0075] 中間駆動通電 D_13 により生じる電磁吸引力は、中間駆動通電 D_13 の増加と共に徐々に増加し、中間駆動通電 D_13 の減少と共に徐々に減少する。この電磁吸引力は、駆動通電 D_1 、 D_2 による生じる電磁吸引力とは異なり、可動値 P_c に達しない。このように可動値 P_c より小さい電磁吸引力でも、この電磁吸引力がアンダーシュート中の可動コア40に加えられると、この可動コア40が強制的に初期位置B1に引き戻されることで、アンダーシュート期間が短くなる。この場合、中間駆動通電 D_13 が流れない場合（図10参照）と同様に、可動コア40は、基準戻りタイミング t_{b3} よりも早いコア戻りタイミング t_{b4} にて初期位置B1に戻り、コア戻り期間 T_{u1} が基準戻り期間 T_u より短くなる。

[0076] 中間駆動通電 D_13 については、コア戻りタイミング t_{b4} が特定期間 T_{o1} よりも早くなるように、中間指令期間 T_k 及び第3駆動値 I_c が設定されている。この場合、基準戻りタイミング t_{b3} が第2駆動信号 DS_2 に対する電磁吸引力の立ち上がり期間 T_o よりも早い場合（図8参照）と同様に、アンダーシュート中の可動コア40には電磁吸引力が加えられない。このため、電磁吸引力により可動コア40の不整移動が生じるということが抑制される。また、この場合、コア戻りタイミング t_{b4} は許容期間 T_{uo} に含まれており、コア戻り期間 T_{u1} は許容期間 T_{uo} よりも短くなっている。

[0077] 制御ユニット135は、インジェクタ100から燃料を噴射させる際の噴射態様を設定する噴射設定処理を行う。この処理については、図12のフローチャートを参照しつつ説明する。なお、制御ユニット135は、噴射設定処理にて設定した噴射態様に応じてインジェクタ100の動作制御を行うことで、インジェクタ100を対象とした燃料噴射制御を行う。また、図12のフローチャートは、燃料噴射制御方法を示すことにもなる。

[0078] 図12において、ステップS101では、1燃焼サイクルについて燃料の噴射態様を設定するか否かを判定する。噴射態様を設定する場合、ステップS102に進み、内燃機関111の運転状態を取得する。ここでは、吸気圧

センサ 1 2 3 の検出信号を用いて検出される吸気圧や、クランク角センサ 1 2 4 の検出信号を用いて検出されるエンジン回転数などを、内燃機関 1 1 1 の運転状態を示す情報として取得する。

[0079] ステップ S 1 0 3 では、燃料の噴射態様を設定する。そして、噴射態様に関する情報を記憶部 1 3 5 b に記憶する。ここでは、噴射態様として、噴射量 Q 、駆動指令期間 T_j 、噴射開始時期 SOI 、噴射終了時期 EOI 、噴射圧 P_f 、噴射回数 N_{inj} を設定する。噴射量 Q は、1 燃焼サイクルにて噴射される燃料の総量であり、駆動指令期間 T_j は、上述したように駆動信号が ON で継続される期間である。噴射開始時期 SOI は、1 燃焼サイクルにおいて最初の燃料噴射を開始するタイミングであり、噴射終了時期 EOI は、1 燃焼サイクルにおいて最後の燃料噴射を終了させるタイミングである。噴射圧 P_f は、インジェクタ 1 0 0 から噴射される燃料圧力であり、噴射回数 N_{inj} は、1 燃焼サイクルにおいて燃料噴射を行う回数である。

[0080] なお、噴射態様として、噴射回数 N_{inj} が複数回である場合には、上述した信号インターバル T_{int} や駆動指令期間 T_j を設定する。また、駆動電流の駆動値 I_a 、 I_b などとも設定する。

[0081] ステップ S 1 0 4 では、噴射回数 N_{inj} が複数回であるか否かを判定する。噴射回数 N_{inj} が 1 回である場合は、そのまま本噴射設定処理を終了する。噴射回数 N_{inj} が複数回である場合には、多段噴射であるとしてステップ S 1 0 5 に進み、噴射回数 N_{inj} が 1 回である場合にはこのまま本噴射設定処理を終了する。ステップ S 1 0 5 では、複数の燃料噴射を個別に認識するためにカウンタ i を「1」にセットする。

[0082] ステップ S 1 0 6 ~ S 1 1 4 では、多段噴射において複数の燃料噴射のそれぞれについて、駆動電流に関する設定内容を更新する更新処理を行う。この更新処理では、カウンタ i について、 i 番目の燃料噴射について駆動電流の設定内容を更新する。すなわち、 i ショット目の噴射設定を行う。この更新処理において、ステップ S 1 0 6 では、カウンタ i が「1」より大きいかな否かを判定する。カウンタ i が「1」より大きくない場合、多段噴射のうち

1 番目の燃料噴射については更新処理を行わないとして、ステップ S 1 1 1 に進む。これは、1 番目の燃料噴射についてはステップ S 1 0 3 にて既に設定した駆動電流の設定内容を採用することを意味する。

[0083] ステップ S 1 1 1 では、カウンタ i が噴射回数 N_{inj} に達したか否かを判定する。カウンタ i が噴射回数 N_{inj} に達した場合、多段噴射において複数の燃料噴射の全てについて更新処理を行ったとして、本噴射設定処理を終了する。カウンタ i が噴射回数 N_{inj} に達していない場合、ステップ S 1 1 3 に進み、カウンタ i を 1 インクリメントする。その後、ステップ S 1 0 6 に戻る。ここでは、カウンタ i が噴射回数 N_{inj} に達するまでステップ S 1 0 6 ~ S 1 1 3 の処理を繰り返し行う。

[0084] ステップ S 1 0 6 にてカウンタ i が 1 より大きい場合、多段噴射のうち 2 回目以降の燃料噴射を対象とした更新処理であるとして、ステップ S 1 0 7 に進む。ステップ S 1 0 7 では、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_u 以上であるか否かを判定する。ここでは、多段噴射のうち前回処理で対象とした燃料噴射についての通電を第 1 駆動通電 D_1 とし、今回処理で対象とした燃料噴射についての電流を第 2 駆動通電 D_2 とする。そして、これら駆動通電 D_1 、 D_2 について、駆動値 I_a 、 I_b や駆動指令期間 T_j 、信号インターバル T_{int} 、立ち上がり期間 T_o をパラメータとして取得し、これらパラメータを用いて許容期間 T_u を予測値として算出する。なお、第 2 駆動通電 D_2 による立ち上がり期間 T_o についても予測値として取得される。

[0085] ステップ S 1 0 8 では、ステップ S 1 0 7 と同様のパラメータを用いて基準戻り期間 T_u を予測値として算出し、信号インターバル T_{int} が基準戻り期間 T_u 以下であるか否かを判定する。そして、ステップ S 1 0 7、S 1 0 8 での判定がいずれも肯定された場合、図 10 に示すように、不整噴射が発生しやすい条件である $T_u \leq T_{int} \leq T_u$ が満たされるとして、ステップ S 1 0 9 に進む。

[0086] なお、ステップ S 1 0 7、S 1 0 8 は、第 2 駆動通電 D_2 による立ち上

がり期間 T_o に基準戻りタイミング t_b3 が含まれているか否かを判定していることにもなる。このため、この立ち上がり期間 T_o に基準戻りタイミング t_b3 が含まれている場合には、ステップ $S109$ に進むことになる。

[0087] ステップ $S109$ では、第1駆動通電 $D11$ と第2駆動通電 $D12$ との間に中間駆動通電 $D13$ を追加する。ここでは、コア戻りタイミング t_b4 が特定期間 T_{o1} よりも早くなるように、中間駆動通電 $D13$ のタイミングや通電期間、第3駆動値 I_c などを設定する。すなわち、中間駆動通電 $D13$ に伴う駆動電流の波形を設定する。なお、この駆動電流の波形を実現できるように、中間駆動信号 $DS3$ について、ONタイミング t_{d1} やOFFタイミング t_{d2} 、中間指令期間 T_k なども設定する。

[0088] ステップ $S110$ では、第2駆動通電 $D12$ に伴う駆動電流の波形及び中間駆動通電 $D13$ に伴う駆動電流の波形など駆動電流に関する情報を、 i 番目の燃料噴射に対応させて記憶部 $135b$ に記憶する。

[0089] ステップ $S108$ にて、信号インターバル T_{int} が基準戻り期間 T_u 以下でないと判定された場合、図8に示すように、不整噴射が発生しにくい条件である $T_u < T_{int}$ が満たされたとして、ステップ $S113$ に進み、中間駆動通電 $D13$ の追加を禁止する。これにより、電磁吸引力により基準戻り期間 T_u がコア戻り期間 T_{u1} に短縮されて、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} 以上であり且つコア戻り期間 T_{u1} 以下という条件に該当するということが確実に回避される。その後、ステップ $S110$ に進み、第2駆動通電 $D12$ に伴う駆動電流の波形など、駆動電流に関する情報を記憶部 $135b$ に記憶する。

[0090] ステップ $S107$ にて、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} 以上でないと判定された場合、図9に示すように、不整噴射が発生しにくい条件である $T_{int} < T_{uo}$ が満たされたとして、ステップ $S112$ に進む。ここで、 $T_{int} < T_{uo}$ が満たされる場合、上述したように、コア遅れ期間 T_z の分だけ第2駆動通電 $D12$ がコイル70を流れる時間が短くなり、第2駆動通電 $D12$ による燃料噴射量が意図せずに減少するおそれがある。そ

ここで、ステップS 1 1 2では、第2駆動信号D S 2の駆動指令期間T jを更新することで、第2駆動通電D l 2の通電期間を補正する。例えば、第2駆動通電D l 2がコイル7 0を流れる期間がコア遅れ期間T zだけ長くなるように、駆動指令期間T jを設定する。

[0091] その後、ステップS 1 1 3にて、中間駆動通電D l 3の追加を禁止し、ステップS 1 1 0にて、ステップS 1 1 0では、更新した第2駆動通電D l 2に伴う駆動電流の波形など、駆動電流に関する情報を記憶部1 3 5 bに記憶する。

[0092] 制御ユニット1 3 5は、噴射設定処理において各ステップの処理を実行する機能を有している。ステップS 1 0 9の処理を実行する機能が追加通電部に相当する。

[0093] 本実施形態によれば、信号インターバルT i n tが許容期間T u o以上であり且つ基準戻り期間T u以下である場合に、中間駆動通電D l 3が行われる。この場合、コアブースト中の可動コア4 0が電磁吸引力により強制的に加速されるため、可動コア4 0が実際に初期位置に戻るコア戻りタイミングt b 4を特定タイミングt b 5より早めることができる。このように、信号インターバルT i n tがコア戻り期間T u 1より長くなることで、信号インターバルT i n tが基準戻り期間T u以下であるという不整噴射の発生条件を回避することができる。これにより、不整噴射の発生を抑制できる。

[0094] また、信号インターバルT i n tが許容期間T u o以上であり且つ基準戻り期間T u以下であるという不整噴射の発生条件は、第1駆動通電D l 1による基準戻りタイミングt b 3が第2駆動通電D l 2での立ち上がり期間T oに含まれていることでもある。このため、中間駆動通電D l 3を行うことは、コア戻りタイミングt b 4を第2駆動通電D l 2での立ち上がり期間T oより早めることになる。このように、コア戻りタイミングt b 4が立ち上がり期間T oより早いかな否かという観点からしても、中間駆動通電D l 3を行うことは不整噴射の発生条件を回避することになる。

[0095] 本実施形態によれば、信号インターバルT i n tが基準戻り期間T uより

長い場合には中間駆動通電D I 3が行われない。ここで、信号インターバル T_{int} が基準戻り期間 T_u より長い場合に中間駆動通電D I 3が行われると、基準戻り期間 T_u がコア戻り期間 T_{u1} に短縮されることで、不整噴射の発生条件が満たされるおそれがある。すなわち、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} 以上であり且つコア戻り期間 T_{u1} 以下である、条件に該当するおそれがある。これに対して、信号インターバル T_{int} が基準戻り期間 T_u より長い場合に中間駆動通電D I 3が禁止されることで、電磁吸引力による可動コア40が加速されることでかえって不整噴射の発生条件に該当するということを確実に回避できる。

[0096] 本実施形態によれば、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} より短い場合には中間駆動通電D I 3が行われない。ここで、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} より短い場合、その短さの度合いに関係なく不整噴射の発生条件には該当せず、この場合に中間駆動通電D I 3が行われても電力を浪費することになってしまう。このため、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} より短い場合に中間駆動通電D I 3が行われないことで、省エネルギー化を実現できる。

[0097] 本実施形態によれば、不整噴射の発生条件が満たされている場合に、コア戻りタイミング t_{b4} が特定期間 T_{o1} よりも早くなるように中間駆動通電D I 3の内容が設定される。このため、中間駆動通電D I 3が追加されたにもかかわらず信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} より短くならないという事態を回避できる。これにより、不整噴射が発生することをより確実に抑制できる。

[0098] また、コア戻りタイミング t_{b4} が特定期間 T_{o1} よりも早くなるということは、コア戻りタイミング t_{b4} が第2駆動通電D I 2に伴う立ち上がり期間 T_o よりも早くなるということである。このように、コア戻りタイミング t_{b4} が立ち上がり期間 T_o より早いかな否かという観点からしても、コア戻りタイミング t_{b4} が立ち上がり期間 T_o よりも早くなるように中間駆動通電D I 3を行うことは、不整噴射の発生条件を回避することになる。

[0099] 本実施形態によれば、アンダーシュート中の可動コア40が最離位置B2に到達するよりも早いタイミングで中間駆動通電D13が開始される。このように、最離タイミング t_{b2} よりも早いタイミングにて電磁吸引力を可動コア40に加えることで、コア戻り期間 T_{u1} を信号インターバル T_{int} より短い状態に移行しやすくなる。このため、信号インターバル T_{int} がコア戻り期間 T_{u1} 以下であるという不整条件を回避しやすくなる。本実施形態とは異なり、最離タイミング t_{b2} より遅いタイミングで中間駆動通電D13が開始された場合、コアブースト中の可動コア40を電磁吸引力により加速してもコア戻り期間 T_{u1} が信号インターバル T_{int} より短くならない可能性が高くなる。

[0100] 本実施形態によれば、可動コア40のアンダーシュート開始後に中間駆動通電D13が開始されるため、ニードル30が閉弁作動している最中に可動コア40に電磁吸引力が加えられるということを回避できる。ここで、アンダーシュートの開始タイミング t_{b1} よりも早いタイミングで可動コア40に電磁吸引力が加えられた場合、ニードル30の閉弁作動に合わせて初期位置B1に戻ろうとしている可動コア40の移動が電磁吸引力により妨げられるおそれがある。この場合、閉弁向き屁の可動コア40の移動が停止したり可動コア40の移動速度が低下したりすることで、ニードル30の閉弁作動が停止したりこの閉弁作動に要する時間が長くなったりしやすくなってしまふ。これに対して、本実施形態によれば、ニードル30の閉弁作動を妨げないタイミングでは中間駆動通電D13が行われる。このため、第1駆動通電D11によるニードル30の閉弁作動を適正に実行させつつ、第2駆動通電D12による燃料の不整噴射の発生を抑制できる。

[0101] (第2実施形態)

上記第1実施形態では、中間駆動通電D13を追加することで不整噴射の発生条件を回避する構成としたが、第2実施形態では、第2駆動通電D12による電磁吸引力の立ち上がり期間 T_o を短縮することで不整噴射の発生条件を回避する構成とする。

[0102] 制御ユニット135は、立ち上がり期間 T_o を短縮しない通常通電 $D|a$ と、立ち上がり期間 T_o を短縮する短縮通電 $D|b$ とを選択することが可能になっている。図13に示すように、第2駆動通電 $D|2$ の開始に伴って増加する駆動電流の増加度合いを電流勾配と称すると、短縮通電 $D|b$ についての電流勾配である短縮勾配 S_b は、通常通電 $D|a$ についての電流勾配である通常勾配 S_a より大きくなっている。

[0103] 電流勾配は、駆動電流が最大値に到達するまでに要する所要期間 Δt_p に対する、駆動電流が最大値に到達するまでの変化量 ΔI_p の比である。図13では、変化量 ΔI_p が通常通電 $D|a$ と短縮通電 $D|b$ とで同じであり、所要期間 Δt_p が、短縮通電 $D|b$ の方が通常通電 $D|a$ よりも短くなっている。具体的には、通常通電 $D|a$ の所要期間 Δt_p を通常所要期間 Δt_{p1} と称し、短縮通電 $D|b$ の所要期間 Δt_p を短縮所要期間 Δt_{p2} と称すると、短縮所要期間 Δt_{p2} は通常所要期間 Δt_{p1} より短くなっている。この場合、 $\Delta I_p / \Delta t_{p2} > \Delta I_p / \Delta t_{p1}$ という関係が成り立っている。なお、通常通電 $D|a$ 及び短縮通電 $D|b$ のいずれについても、駆動電流の最大値が第1駆動値 I_a であり、変化量 ΔI_p は、第1駆動値 I_a と同じ値になっている。

[0104] 図13に示すように、通常通電 $D|a$ においては、電磁吸引力が通常立ち上がりタイミング t_{c1} にて可動値 P_c に到達しており、その到達に要する期間を通常立ち上がり期間 T_{oa} と称する。その一方で、短縮通電 $D|b$ においては、電磁吸引力が通常立ち上がりタイミング t_{c1} よりも早い短縮立ち上がりタイミング t_{c2} にて可動値 P_c に到達しており、その到達に要する期間を短縮立ち上がり期間 T_{ob} と称する。この場合、短縮立ち上がり期間 T_{ob} は、通常立ち上がり期間 T_{oa} より短くなっている。

[0105] なお、図13においては、通常通電 $D|a$ に伴う駆動電流が第1駆動値 I_a に到達するタイミングがたまたま通常立ち上がりタイミング t_{c1} に一致しているだけであり、これらタイミングは異なってもよい。同様に、短縮通電 $D|b$ に伴う駆動電流が第1駆動値 I_a に到達するタイミングがたまた

たま短縮立ち上がりタイミング t_{c2} に一致しているだけであり、これらタイミングは異なってもよい。

[0106] インジェクタ 100 においては、コイル 70 に対する印加電圧が高いほど立ち上がり期間 T_o が短くなる。制御ユニット 135 は、コイル 70 への印加電圧を選択することで、通常通電 $D1a$ と短縮通電 $D1b$ とを選択する。コイル 70 への印加電圧に関する情報は駆動信号に含まれている。

[0107] 第 2 駆動通電 $D12$ について、アンダーシュート中の可動コア 40 が初期位置 $B1$ に戻ると予想される基準戻りタイミング t_{b3} が、通常立ち上がり期間 T_{oa} に含まれる一方で、短縮立ち上がり期間 T_{ob} に含まれない場合を想定する。この場合、通常通電 $D1a$ については、通常立ち上がり期間 T_{oa} が基準戻りタイミング t_{b3} を含むことに起因して、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件に該当する。その一方で、短縮通電 $D1b$ については、短縮立ち上がり期間 T_{ob} が基準戻りタイミング t_{b3} を含まないことに起因して、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件には該当しない。このため、第 2 駆動通電 $D12$ として、通常通電 $D1a$ ではなく短縮通電 $D1b$ が選択されることで立ち上がり期間 T_o が短縮されると、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。

[0108] 制御ユニット 135 は、基本的に上記第 1 実施形態と同様の噴射設定処理を実行する。ただし、本実施形態では、上記第 1 実施形態のステップ $S109$ 、 $S113$ に代えてステップ $S201$ 、 $S202$ を実行する。

[0109] 図 14 に示すフローチャートでは、ステップ $S107$ 、 $S108$ の判定処理にて、不整噴射の発生条件である $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ に該当すると判定された場合、ステップ $S201$ に進む。ステップ $S201$ では、短縮通電 $D1b$ を第 2 駆動通電 $D12$ として選択することで、短縮勾配 S_b を設定する。すなわち、第 2 駆動通電 $D12$ に伴う駆動電流の波形を設定する。この場合、通常勾配 S_a ではなく短縮勾配 S_b を設定することで、短縮立ち上がり期間 T_{ob} に基準戻りタイミング t_{b3} が含まれる可能性を低減できる。

なお、ステップS 2 0 1 の処理を実行する機能が変更通電部に相当する。

[0110] ステップS 2 0 1 の後、ステップS 1 1 0 に進み、第2 駆動通電D 1 2 に伴う駆動電流の波形に関する情報として、短縮通電D 1 b に伴う駆動電流の短縮勾配S bなどを、i 番目の燃料噴射に対応させて記憶部1 3 5 bに記憶させる。

[0111] 不整噴射の発生条件である $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ に該当しない場合、ステップS 2 0 2 に進む。ステップS 2 0 2 では、通常通電D 1 aを第2 駆動通電D 1 2として選択することで、通常勾配S aを設定する。ここで、通常通電D 1 aが選択された場合と短縮通電D 1 bが選択された場合とを比較すると、短縮通電D 1 bが選択された場合の方が、コイル7 0 への印加電圧を大きくすることなどに起因して電力消費量が増加しやすい。このため、不整噴射の発生条件に該当しない場合に通常通電D 1 aを選択することで、省エネルギー化を実現できる。

[0112] ステップS 2 0 2 の後もステップS 1 1 0 に進み、今度は、第2 駆動通電D 1 2 に伴う駆動電流の波形に関する情報として、通常通電D 1 aに伴う駆動電流の通常勾配S aなどを、i 番目の燃料噴射に対応させて記憶部1 3 5 bに記憶させる。

[0113] 本実施形態によれば、短縮通電D 1 bが第2 駆動通電D 1 2として選択された場合の短縮立ち上がり期間 T_{ob} が通常立ち上がり期間 T_{oa} に比べて短くなる。すなわち、第2 駆動通電D 1 2による電流勾配が、第1 駆動通電D 1 1による電流勾配より大きくなる。このため、短縮立ち上がり期間 T_{ob} に基準戻りタイミング t_{b3} が含まれる確率を低減することができる。また、短縮立ち上がり期間 T_{ob} が選択されて立ち上がり期間 T_o の短縮化が図られると許容期間 T_{uo} が長くなるため、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} 以上であるという不整噴射の発生条件を回避しやすくなる。しかも、不整噴射の発生条件に該当しない場合には、通常通電D 1 aが第2 駆動通電D 1 2として選択されるため、省エネルギー化を図ることができる。

[0114] また、短縮勾配S bが通常勾配S aより大きい場合、短縮通電D 1 bによ

り発生する電磁吸引力の増加率が、通常通電 $D \mid a$ により発生する電磁吸引力の増加率より大きくなる。この場合、仮に、短縮立ち上がり期間 $T \circ b$ に基準戻りタイミング $t \mid b \mid 3$ が含まれていないとしても、基準戻りタイミング $t \mid b \mid 3$ の前後で急峻に増加した電磁吸引力が、第1スプリング80の付勢力に抗して可動コア40を開弁向きに移動させることが可能になる。このため、コアブースト中の可動コア40が開弁向きに初期位置B1を通過した後に、第1スプリング80の付勢力により再び閉弁向きに移動して初期位置B1に戻る、という可動コア40の不整移動が発生しにくくなる。すなわち、燃料の不整噴射を抑制できる。

[0115] なお、短縮勾配 $S \mid b$ が通常勾配 $S \mid a$ より大きい構成としては、図15に示すように、所要期間 $\Delta t \mid p$ が通常通電 $D \mid a$ と短縮通電 $D \mid b$ とで同じであり、変化量 $\Delta \mid p$ が、短縮通電 $D \mid b$ の方が通常通電 $D \mid a$ よりも大きい、という構成が挙げられる。この構成については、通常通電 $D \mid a$ の変化量 $\Delta \mid p$ を通常変化量 $\Delta \mid p \mid 1$ と称し、短縮通電 $D \mid b$ の変化量 $\Delta \mid p$ を短縮変化量 $\Delta \mid p \mid 2$ と称すると、短縮変化量 $\Delta \mid p \mid 2$ が通常変化量 $\Delta \mid p \mid 1$ より大きくなっている。この場合でも、 $\Delta \mid p / \Delta t \mid p \mid 2 > \Delta \mid p / \Delta t \mid p \mid 1$ という関係が成り立ち、短縮立ち上がり期間 $T \circ b$ が通常立ち上がり期間 $T \circ a$ より短くなっている。このため、短縮通電 $D \mid b$ が第2駆動通電 $D \mid 2$ として選択されることで、不整噴射の発生条件を回避することが可能になる。図15においては、通常通電 $D \mid a$ の第1駆動値が通常変化量 $\Delta \mid p \mid 1$ であり、短縮通電 $D \mid b$ の第1駆動値が短縮変化量 $\Delta \mid p \mid 2$ になっている。

[0116] また、短縮勾配 $S \mid b$ が通常勾配 $S \mid a$ より大いという条件さえ満たされれば、所要期間 $\Delta t \mid p$ や変化量 $\Delta \mid p$ が通常通電 $D \mid a$ と短縮通電 $D \mid b$ とで異なってもよい。

[0117] (第3実施形態)

上記第1実施形態では、中間駆動通電 $D \mid 3$ を追加することで不整噴射の発生条件を回避する構成としたが、第3実施形態では、中間駆動通電 $D \mid 3$ ではなくプレ駆動通電を追加することで不整噴射の発生条件の回避を図る構

成とする。図16に示すように、第2駆動通電D12を開始するよりも前のプレタイミングte1でプレ駆動通電D14を開始し、プレ駆動通電D14から通電を遮断させることなく第2駆動通電D12が連続的に開始される。この場合、プレ駆動通電D14と第2駆動通電D12とは、第2駆動信号DS2のONタイミングta2にて切り替わることになる。

[0118] プレ駆動通電D14に伴う駆動電流は、ゼロから徐々に増加し、第2駆動信号DS2のONタイミングta2にて最大値に到達する。この最大値を第4駆動値ldと称すると、この第4駆動値ldは、第2駆動値lbよりも小さい値である。なお、プレ駆動通電D14がプレ通電に相当し、このプレ駆動通電D14をプレチャージと称することもできる。

[0119] プレ駆動通電D14が行われた場合、第2駆動信号DS2のONタイミングta2で駆動電流が既に第4駆動値ldまで達していることに起因して、プレ駆動通電D14が行われなかった場合に比べて早いタイミングで駆動電流が第1駆動値laに到達する。上記第2実施形態と同様に、電流勾配、変化量 ΔI_p 及び所要期間 Δt_p を用いると、プレ駆動通電D14が行われなかった場合のプレ無し勾配Scは、変化量 ΔI_p に対するプレ無し所要期間 Δt_{p3} の比である。同様に、プレ駆動通電D14が行われた場合のプレ有り勾配Sdは、変化量 ΔI_p に対するプレ有り所要期間 Δt_{p4} の比であり、プレ無し勾配Scに比べて大きくなっている。すなわち、プレ有り所要期間 Δt_{p4} はプレ無し所要期間 Δt_{p3} に比べて短くなっている。

[0120] プレ駆動通電D14が無い場合については、タイミングtc3にて電磁吸引力が可動値Pcに到達し、プレ駆動通電D14が有る場合については、タイミングtc3よりも早いタイミングtc4にて電磁吸引力が可動値Pcに到達する。このため、プレ駆動通電D14が有る場合に電磁吸引力が可動値Pcに達するのに要するプレ立ち上がり期間To2は、プレ駆動通電D14が無い場合の立ち上がり期間Toに比べて短くなる。プレ駆動通電D14が有る場合については、第2駆動信号DS2がONされた直後の駆動電流及び電磁吸引力の両方の増加率が特に大きく、その後、各増加率が若干小さくな

る。

[0121] 基準立ち上がり期間 T_o が基準戻りタイミング t_{b3} を含むことに起因して、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件に該当する場合、図17に示すように、プレ駆動通電 D_{l4} を行うためのプレ駆動信号 DS_4 がONされる。プレ駆動信号 DS_4 は、特定タイミング t_{b5} と第2駆動信号 DS_2 のONタイミング t_{a2} の間の期間でONされ、OFFされずにそのまま第2駆動信号 DS_2 に引き継がれる状態になっている。プレ駆動信号 DS_4 には、プレ駆動通電 D_{l4} に伴う駆動電流の最大値等に関する情報が含まれている。

[0122] 本実施形態では、図17に示すように、不整噴射の発生条件である $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ に該当する場合に、プレ駆動通電 D_{l4} が行われることで第2駆動通電 D_{l2} の立ち上がり期間 T_o がプレ立ち上がり期間 T_{o2} に短縮される。この場合、上述したように電磁吸引力の増加率が大きくなるため、コア戻りタイミング t_{b4} がプレ立ち上がり期間 T_{o2} に含まれていたとしても、コア戻りタイミング t_{b4} の前後で急峻に増加した電磁吸引力により可動コア40の不整移動が生じにくくなる。このため、コアブースト中の可動コア40が、電磁吸引力により加速されて初期位置 B_1 を通過した後、この電磁吸引力が第1スプリング80に抗することで、可動コア40は初期位置 B_1 に戻ることなく開弁向きへの移動を継続する。

[0123] 制御ユニット135は、基本的に上記第1実施形態と同様の噴射設定処理を実行する。ただし、本実施形態では、上記第1実施形態のステップ S_{109} 、 S_{113} に代えてステップ S_{301} 、 S_{302} を実行する。

[0124] 図18に示すフローチャートでは、ステップ S_{107} 、 S_{108} の判定処理にて、不整噴射の発生条件である $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ に該当すると判定された場合、ステップ S_{301} に進む。ステップ S_{301} では、第2駆動通電 D_{l2} の前にプレ駆動通電 D_{l4} を追加する。ここでは、第2駆動信号 DS_2 のONタイミング t_{a2} よりも早いタイミングで電磁吸引力が発生しないように、プレ駆動通電 D_{l4} のプレタイミングや第4駆動値 I_d などを

設定する。すなわち、プレ駆動通電D I 4に伴う駆動電流の波形を設定する。なお、ステップS 3 0 1の処理を実行する機能がプレ通電部に相当する。

[0125] ステップS 3 0 1の後、ステップS 1 1 0に進み、第2駆動通電D I 2に伴う駆動電流の波形に関する情報としてプレ有り勾配S dなどを、i番目の燃料噴射に対応させて記憶部1 3 5 bに記憶させる。

[0126] 不整噴射の発生条件である $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ に該当しない場合、ステップS 3 0 2に進み、プレ駆動通電D I 4の設定を禁止する。ここで、プレ駆動通電D I 4を追加する場合は、プレ駆動通電D I 4を追加しない場合に比べて、消費する電力が多くなる。このため、プレ駆動通電D I 4の設定を禁止することで、省エネルギー化を実現できる。

[0127] ステップS 3 0 2の後もステップS 1 1 0に進み、第2駆動通電D I 2に伴う駆動電流の波形に関する情報としてプレ無し勾配S cなどを、i番目の燃料噴射に対応させて記憶部1 3 5 bに記憶させる。

[0128] 本実施形態によれば、プレ駆動通電D I 4が第2駆動通電D I 2の前に追加された場合、第2駆動通電D I 2による電磁吸引力の増加率が高くなるため、可動コア4 0の不整移動が生じにくくなる。また、この場合、プレ駆動通電D I 4が追加されることで立ち上がり期間 T_o がプレ立ち上がり期間 T_{o2} に短縮されるため、プレ立ち上がり期間 T_{o2} にコア戻りタイミング t_{b4} が含まれる確率を低減できる。これらのことにより、燃料の不整噴射を抑制することができる。

[0129] (他の実施形態)

以上、本開示による複数の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

[0130] 変形例1として、基準戻り期間 T_u 及び許容期間 T_{uo} は、第1駆動信号D S 1のOFFタイミング t_{a1} から開始されなくてもよい。例えば、これら基準戻り期間 T_u 及び許容期間 T_{uo} が、アンダーシュートの開始タイミング t_{b1} や、第1駆動信号D S 1に伴う駆動電流がゼロになったタイミン

グなどから開始される構成とする。要は、これら基準戻り期間 T_u 及び許容期間 T_{uo} は、特定タイミング t_{b5} よりも早いタイミングにおいて、開始されるタイミングが一致していればよい。

[0131] 変形例 2 として、電磁吸引力の立ち上がり期間 T_o は、第 1 駆動通電 D_1 と第 2 駆動通電 D_2 とで異なってもよい。この場合でも、第 2 駆動通電 D_2 による電磁吸引力の立ち上がり期間 T_o に基準戻りタイミング t_{b3} やコア戻りタイミング t_{b4} が含まれていることで、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件に該当することになる。

[0132] 変形例 3 として、上記各実施形態では、アンダーシュート中の可動コア 40 が初期位置 B1 に向けてコアブーストする構成が、第 2 スプリング 90 が伸びる際の復元力により実現されていたが、第 2 スプリング 90 が縮む際の復元力により実現されていてもよい。また、第 2 スプリング 90 は設けられていなくてもよい。この場合でも、例えば、可動コア 40 がハウジング 20 の段差面 211 等に当たって跳ね返ることで、初期位置 B1 に向けてコアブーストする構成を実現できる。

[0133] 変形例 4 として、上記第 1 実施形態では、中間駆動通電 D_3 による第 3 駆動値 I_c が第 1 駆動値 I_a より小さく第 2 駆動値 I_b より大きい値に設定されていたが、第 3 駆動値 I_c は、第 1 駆動値 I_a より大きくてもよく、第 2 駆動値 I_b より小さくてもよい。要は、第 3 駆動値 I_c が、中間駆動通電 D_3 の追加により $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件を回避できる値であればよい。

[0134] 変形例 5 として、上記第 1 実施形態では、中間駆動通電 D_3 による電磁吸引力の最大値が可動値 P_c より小さい値であったが、可動値 P_c より大きい値であってもよい。この場合でも、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件を回避できるように、中間駆動通電 D_3 による電磁吸引力の最大値が設定されればよい。

[0135] 変形例 6 として、上記第 1 実施形態では、中間駆動通電 D_3 の中間指令期間 T_k が最離タイミング t_{b2} より早いタイミングで終了していたが、中

間指令期間 T_k は、最離タイミング t_{b2} より後に配置されていてもよい。この場合でも、中間駆動通電 D_{l3} の追加により $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件を回避できるように、中間指令期間 T_k のタイミングや長さが設定されればよい。

[0136] 変形例 7 として、上記第 1 実施形態では、不整噴射の発生条件に該当しない場合でも中間駆動通電 D_{l3} が追加されてもよい。例えば、信号インターバル T_{int} が基準戻り期間 T_u より長い場合や、信号インターバル T_{int} が許容期間 T_{uo} より短い場合に、中間駆動通電 D_{l3} が第 1 駆動通電 D_{l1} と第 2 駆動通電 D_{l2} との間に追加される構成とする。

[0137] 変形例 8 として、上記第 2 実施形態において、 $T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u$ という不整噴射の発生条件に該当する場合に、第 2 駆動通電 D_{l2} による電流勾配が第 1 駆動通電 D_{l1} による電流勾配より大きくなっていけばよい。例えば、今回の駆動通電による電流勾配が、前回の駆動通電による電流勾配より大きくされた後、次回の駆動通電による電流勾配は、今回の駆動通電による電流勾配より大きくされる構成とする。この構成では、燃料噴射のための駆動通電が繰り返し行われることで、電流勾配が段階的に大きくされるため、燃料噴射のための駆動通電の回数が増えるほど不整噴射の発生をより確実に抑制できる。

[0138] 変形例 9 として、上記第 3 実施形態では、プレ駆動通電 D_{l4} による第 4 駆動値 I_d が第 2 駆動値 I_b より小さい値に設定されていたが、第 4 駆動値 I_d は、第 2 駆動値 I_b より大きくてもよい。また、第 4 駆動値 I_d は、第 1 駆動値 I_a や第 3 駆動値 I_c より大きくてもよい。ただし、第 4 駆動値 I_d は、第 2 駆動信号 DS_2 の開始タイミング t_{b1} よりも早いタイミングで電磁吸引力が大きくなり過ぎないように適当な大きさに設定されることが好ましい。

[0139] 変形例 10 として、上記第 3 実施形態では、プレ駆動通電 D_{l4} が開始されるプレタイミング t_{e1} が、特定タイミング t_{b5} より早いタイミングでもよい。この場合でも、第 4 駆動値 I_d が適正な値に設定されることなどに

より、第2駆動信号DS2の開始タイミングtb1よりも早いタイミングで電磁吸引力が大きくなり過ぎないように適当な大きさに設定されることが好ましい。

[0140] 変形例11として、上記各実施形態では、制御ユニット135が噴射設定処理を行っていたが、ECU125が噴射設定処理を行ってもよい。この場合、ECU125が燃料噴射制御装置に相当する。また、噴射設定処理を実行する機能の一部が制御ユニット135に含まれ、残りの機能がECU125に含まれていてもよい。この場合、制御ユニット135及びECU125が複数の演算装置として協働で燃料噴射制御装置としての機能を発揮することになる。また、各演算装置に設けられたフラッシュメモリやハードディスク等の非遷移的実体的記憶媒体に各種プログラムが記憶されていてもよい。

[0141] 変形例12として、ECU125や制御ユニット135は、少なくとも1つの集積回路や受動素子を有する専用の電気回路を含んで構成されていてもよい。例えば、制御ユニット135が専用の電気回路部を複数有している構成では、例えばステップS109の処理を実行する機能である追加通電部が、少なくとも1つの専用の電気回路部により構成されている。

[0142] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1]

燃料を噴射する噴孔（11）と、
開弁向きに移動することで前記噴孔を開放する弁体（30）と、
コイル（70）への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア（60）と、

前記弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置（B1）から前記固定コアに吸引されて前記開弁向きに移動することで前記弁体を前記開弁向きに移動させる可動コア（40）と、

前記弁体を前記開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部（80）と、
を備え、

前記可動コアは、前記通電に伴う前記電磁吸引力の立ち上がりによする立ち上がり期間（ T_o ）が経過することで前記開弁向きに移動を開始し、

前記弁体は、前記弁体付勢部の付勢力により前記閉弁向きに移動することで前記可動コアを前記閉弁向きに移動させ、

前記閉弁向きに移動する前記弁体が停止しても前記可動コアが前記閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、前記可動コアが移動向きを前記開弁向きに変えて前記初期位置に戻る燃料噴射弁（100）、に適用される燃料噴射制御装置であって、

燃料噴射のための第1通電（ $D11$ ）により発生する前記アンダーシュートについて、前記第1通電から前記可動コアが前記初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間（ T_u ）と称し、前記第1通電から次の燃料噴射のための第2通電（ $D12$ ）までの期間を噴射インターバル（ T_{int} ）と称し、前記第2通電について予測される前記立ち上がり期間を前記戻り期間から引いた値を許容期間（ T_{uo} ）と称すると、

前記噴射インターバルが前記許容期間以上であり且つ前記戻り期間

以下である場合に、前記第1通電と前記第2通電との間に追加通電（D13）を追加する追加通電部（S109）、を備える燃料噴射制御装置。

[請求項2] 前記追加通電部は、
前記噴射インターバルが前記戻り期間より長い場合に前記追加通電を行わない、請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項3] 前記追加通電部は、
前記噴射インターバルが前記許容期間より短い場合に前記追加通電を行わない、請求項1又は2に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項4] 前記追加通電が追加されない場合の前記第1通電による前記アンダーシュートの前記戻り期間を基準戻り期間（Tu）と称し、前記追加通電が追加されることで短縮される前記戻り期間を追加戻り期間（Tu1）と称すると、
前記追加通電部は、
前記追加戻り期間が前記噴射インターバルより短くなるように前記追加通電を行う、請求項1～3のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

[請求項5] 燃料を噴射する噴孔（11）と、
開弁向きに移動することで前記噴孔を開放する弁体（30）と、
コイル（70）への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア（60）と、
前記弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置（B1）から前記固定コアに吸引されて前記開弁向きに移動することで前記弁体を前記開弁向きに移動させる可動コア（40）と、
前記弁体を前記開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部（80）と、
を備え、
前記可動コアは、前記通電に伴う前記電磁吸引力の立ち上がりによ

する立ち上がり期間（ T_o ）が経過することで前記開弁向きに移動を開始し、

前記弁体は、前記弁体付勢部の付勢力により前記閉弁向きに移動することで前記可動コアを前記閉弁向きに移動させ、

前記閉弁向きに移動する前記弁体が停止しても前記可動コアが前記閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、前記可動コアが移動向きを前記開弁向きに変えて前記初期位置に戻る燃料噴射弁（100）、に適用される燃料噴射制御装置であって、

燃料噴射のための第1通電（ $D11$ ）により発生する前記アンダーシュートについて、前記可動コアが前記初期位置に戻ってくると予測される戻りタイミング（ t_{b3} ）が、次の燃料噴射のための第2通電（ $D12$ ）について予測される前記立ち上がり期間に含まれる場合に、前記第1通電と前記第2通電との間に追加通電（ $D13$ ）を追加する追加通電部（S109）、を備える燃料噴射制御装置。

[請求項6]

前記追加通電が追加されない場合の前記第1通電による前記アンダーシュートでの前記戻りタイミングを基準戻りタイミング（ t_{b3} ）と称し、前記追加通電が追加されることで早くなる前記戻りタイミングを追加戻りタイミング（ t_{b4} ）と称すると、

前記追加通電部は、

前記追加戻りタイミングが前記第2通電に伴う前記電磁吸引力の前記立ち上がり期間より早くなるように前記追加通電を行う、請求項5に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項7]

前記追加通電部は、

前記アンダーシュートにおいて前記可動コアが前記初期位置から最も離れる最離タイミング（ t_{b2} ）よりも早いタイミングで前記追加通電を開始させる、請求項1～6のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

[請求項8]

前記追加通電部は、

前記第1通電により発生する前記アンダーシュートが開始する開始タイミング (t_{b1}) よりも遅いタイミングで前記追加通電を開始させる、請求項1～7のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

[請求項9]

燃料を噴射する噴孔 (11) と、
開弁向きに移動することで前記噴孔を開放する弁体 (30) と、
コイル (70) への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア (60) と、

前記弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置 (B_1) から前記固定コアに吸引されて前記開弁向きに移動することで前記弁体を前記開弁向きに移動させる可動コア (40) と、

前記弁体を前記開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部 (80) と、
を備え、

前記可動コアは、前記通電に伴う前記電磁吸引力の立ち上がりに要する立ち上がり期間 (T_o) が経過することで前記開弁向きに移動を開始し、

前記弁体は、前記弁体付勢部の付勢力により前記閉弁向きに移動することで前記可動コアを前記閉弁向きに移動させ、

前記閉弁向きに移動する前記弁体が停止しても前記可動コアが前記閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、前記可動コアが移動向きを前記開弁向きに変えて前記初期位置に戻る燃料噴射弁 (100)、に適用される燃料噴射制御装置であって、

燃料噴射のための第1通電 (D_{I1}) により発生する前記アンダーシュートについて、前記第1通電から前記可動コアが前記初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間 (T_u) と称し、前記第1通電から次の燃料噴射のための第2通電 (D_{I2}) までの期間を噴射インターバル (T_{int}) と称し、前記第2通電について予測される前記立ち上がり期間を前記戻り期間から引いた値を許容期

間（ T_{uo} ）と称すると、

前記噴射インターバルが前記許容期間以上であり且つ前記戻り期間以下である場合に、前記噴射インターバルが前記許容期間より短い場合又は前記戻り期間より長い場合に比べて、前記第2通電について予測される前記立ち上がり期間（ T_{o1} ）が短くなるように、前記第2通電の態様を変更する変更通電部（ S_{201} ）、を備える燃料噴射制御装置。

[請求項10]

燃料を噴射する噴孔（ 11 ）と、

開弁向きに移動することで前記噴孔を開放する弁体（ 30 ）と、

コイル（ 70 ）への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア（ 60 ）と、

前記弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置（ B_1 ）から前記固定コアに吸引されて前記開弁向きに移動することで前記弁体を前記開弁向きに移動させる可動コア（ 40 ）と、

前記弁体を前記開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部（ 80 ）と、

を備え、

前記可動コアは、前記通電に伴う前記電磁吸引力の立ち上がりにより要する立ち上がり期間（ T_o ）が経過することで前記開弁向きに移動を開始し、

前記弁体は、前記弁体付勢部の付勢力により前記閉弁向きに移動することで前記可動コアを前記閉弁向きに移動させ、

前記閉弁向きに移動する前記弁体が停止しても前記可動コアが前記閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、前記可動コアが移動向きを前記開弁向きに変えて前記初期位置に戻る燃料噴射弁（ 100 ）、に適用される燃料噴射制御装置であって、

燃料噴射のための第1通電（ D_{11} ）により発生する前記アンダーシュートについて、前記第1通電から前記可動コアが前記初期位置に

戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間（ T_u ）と称し、前記第1通電から次の燃料噴射のための第2通電（ D_2 ）までの期間を噴射インターバル（ T_{int} ）と称し、前記第2通電について予測される前記立ち上がり期間を前記戻り期間から引いた値を許容期間（ T_{uo} ）と称すると、

前記噴射インターバルが前記許容期間以上であり且つ前記戻り期間以下である場合に、前記第2通電よりも早いタイミングで開始され、前記第2通電が開始されるまで継続されるプレ通電（ D_4 ）を追加するプレ通電部（ S_{301} ）、を備える燃料噴射制御装置。

[請求項11]

燃料を噴射する噴孔（11）と、

開弁向きに移動することで前記噴孔を開放する弁体（30）と、

コイル（70）への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア（60）と、

前記弁体に対して相対的な移動が可能であり、所定の初期位置（ B_1 ）から前記固定コアに吸引されて前記開弁向きに移動することで前記弁体を前記開弁向きに移動させる可動コア（40）と、

前記弁体を前記開弁向きとは反対向きの閉弁向きに付勢する弁体付勢部（80）と、

を備え、

前記可動コアは、前記通電に伴う前記電磁吸引力の立ち上がりにより要する立ち上がり期間（ T_o ）が経過することで前記開弁向きに移動を開始し、

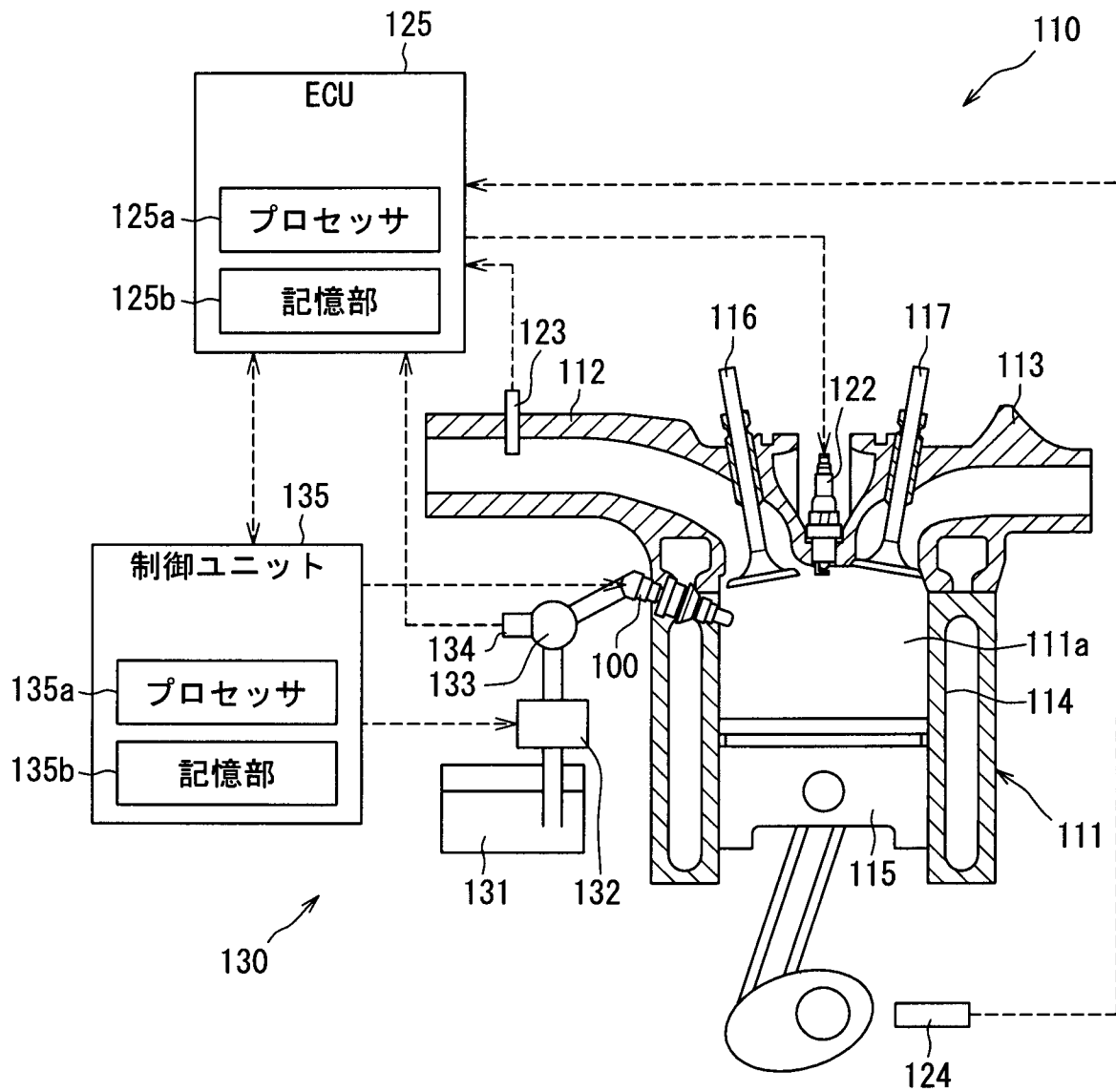
前記弁体は、前記弁体付勢部の付勢力により前記閉弁向きに移動することで前記可動コアを前記閉弁向きに移動させ、

前記閉弁向きに移動する前記弁体が停止しても前記可動コアが前記閉弁向きへの移動を継続するアンダーシュートにおいて、前記可動コアが移動向きを前記開弁向きに変えて前記初期位置に戻る燃料噴射弁（100）、に適用される燃料噴射制御方法であって、

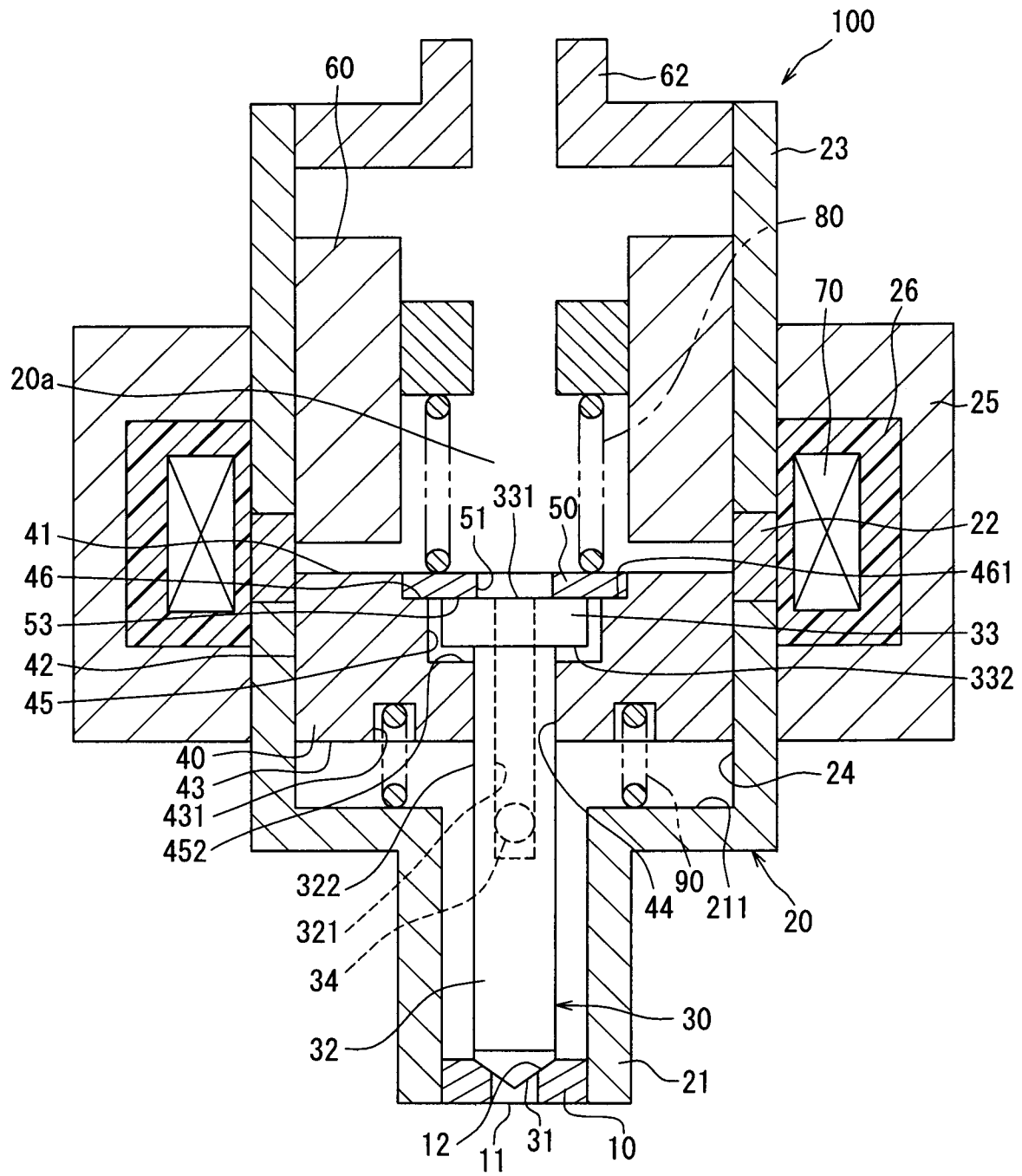
燃料噴射のための第1通電(D I 1)により発生する前記アンダーシュートについて、前記第1通電から前記可動コアが前記初期位置に戻ってくるまでに要すると予測される期間を戻り期間(T u)と称し、前記第1通電から次の燃料噴射のための第2通電(D I 2)までの期間を噴射インターバル(T i n t)と称し、前記第2通電について予測される前記電磁吸引力の前記立ち上がり期間を前記戻り期間から引いた値を許容期間(T u o)と称すると、

前記噴射インターバルが前記許容期間以上であり且つ前記戻り期間以下である場合に、前記第1通電と前記第2通電との間に追加通電(D I 3)を追加する燃料噴射制御方法。

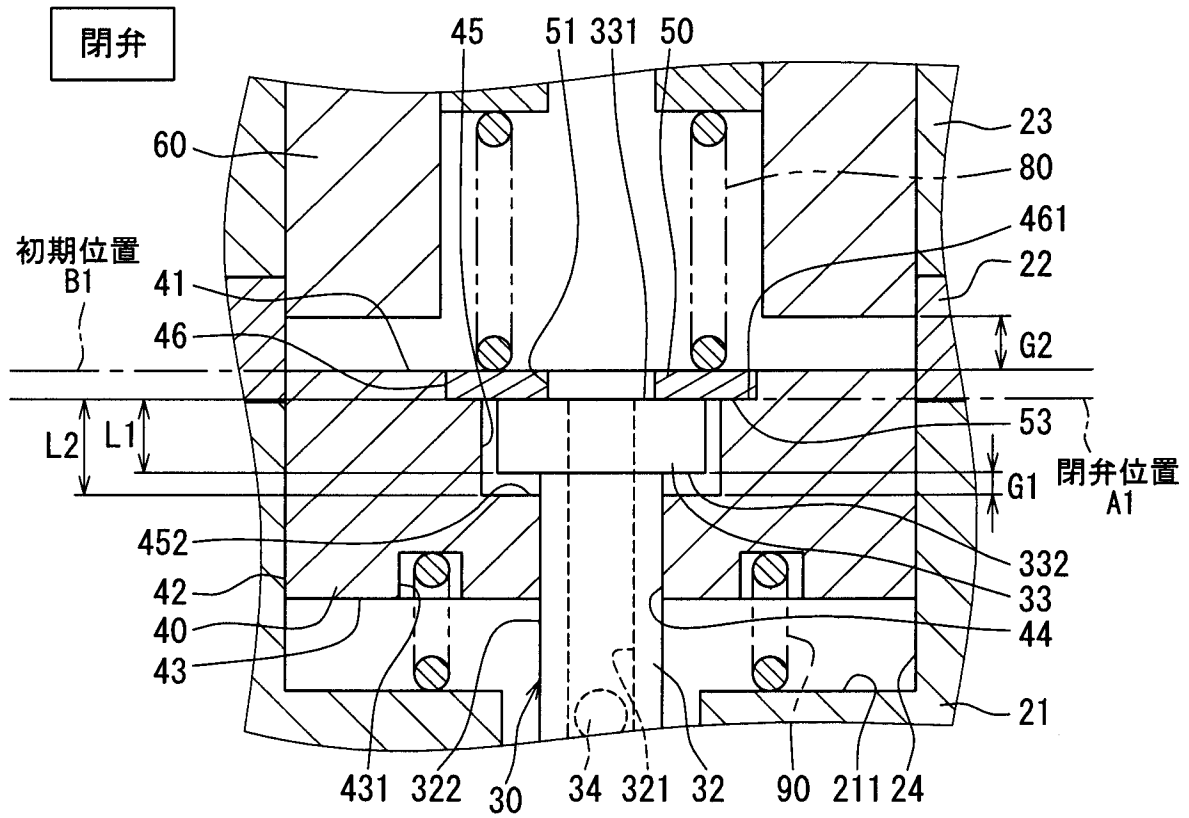
[図1]



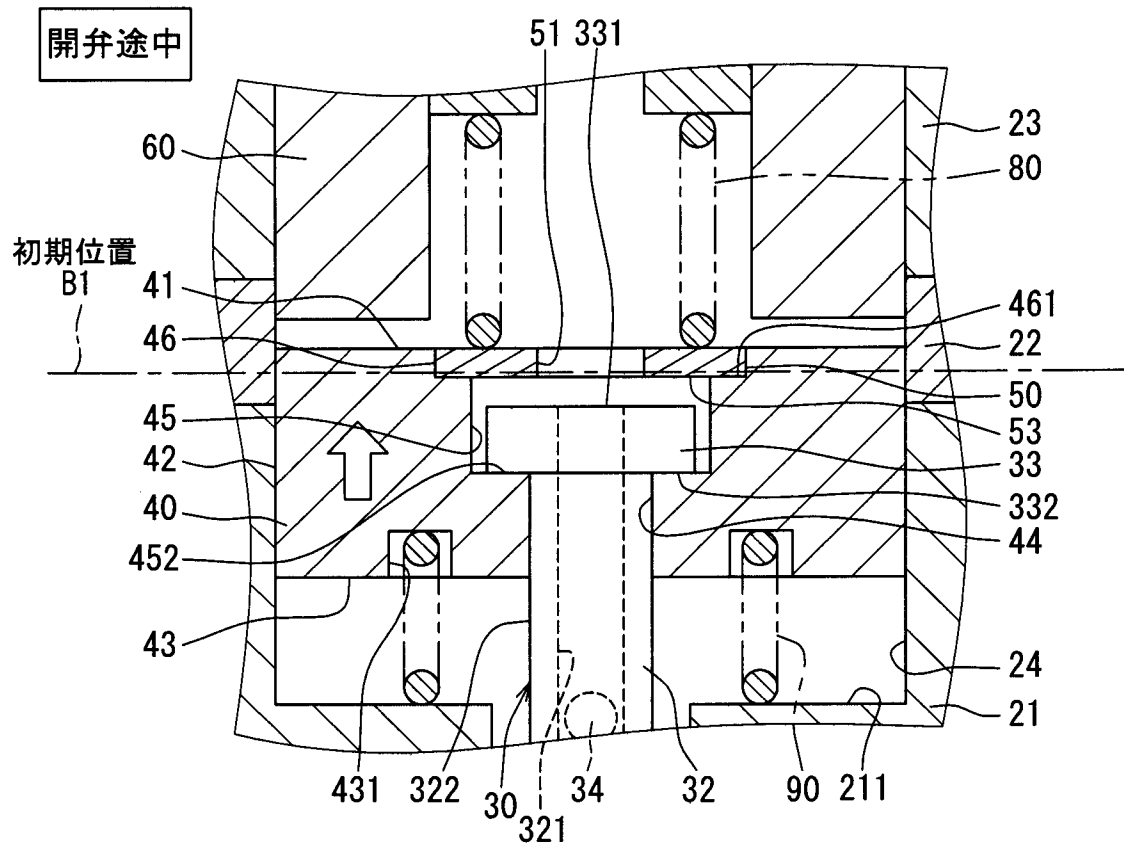
[図2]



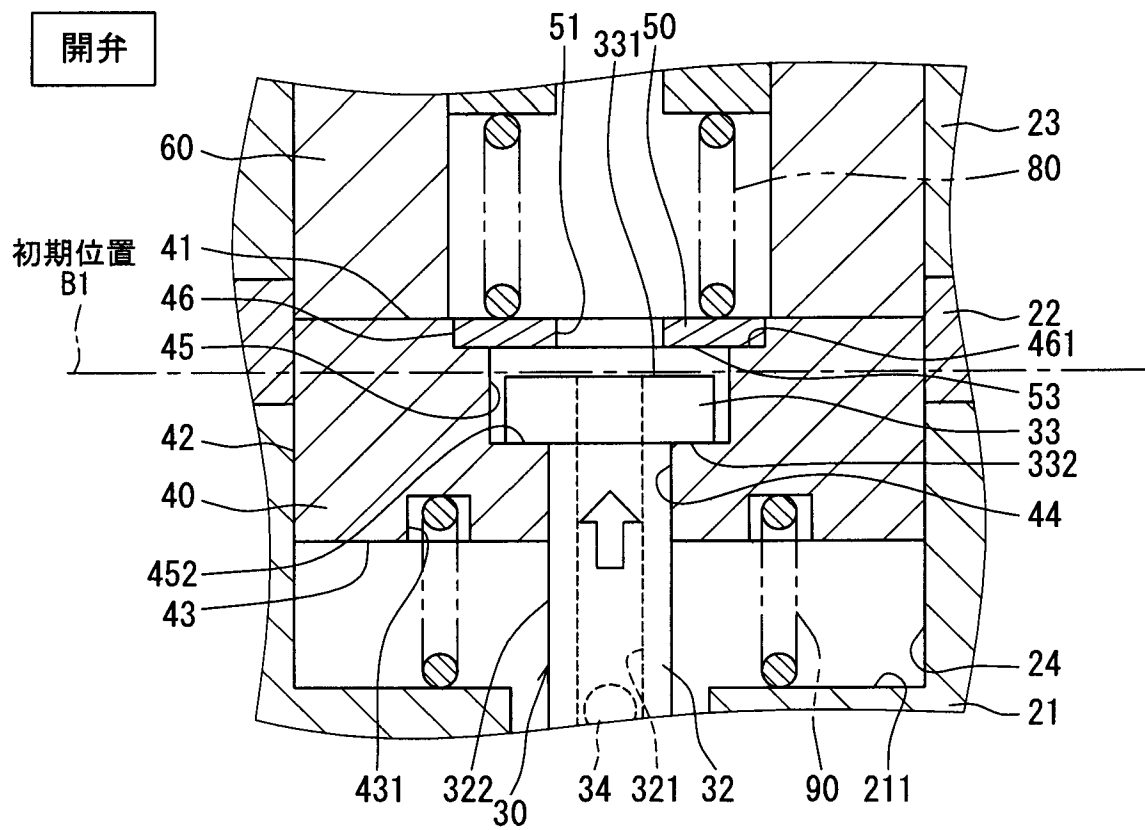
[図3]



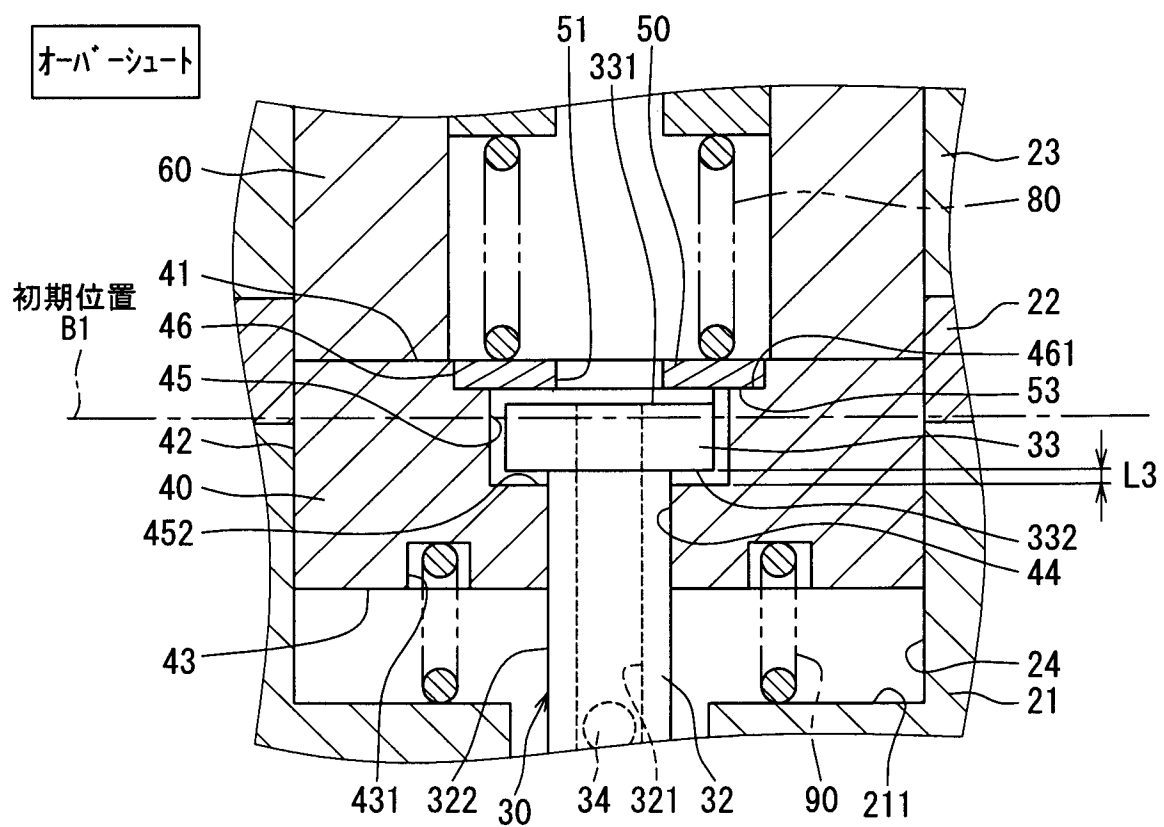
[図4]



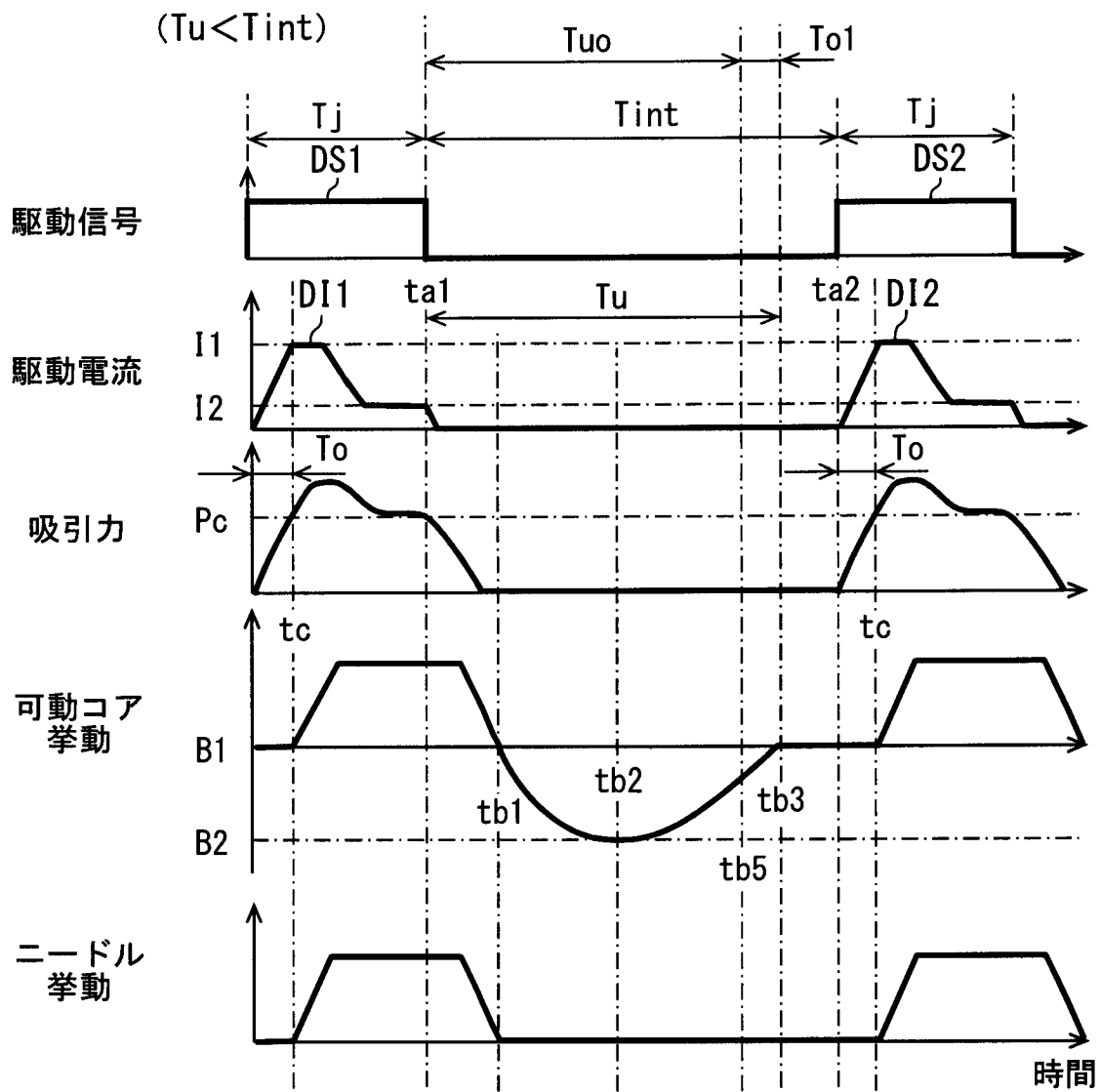
[図5]



[図6]

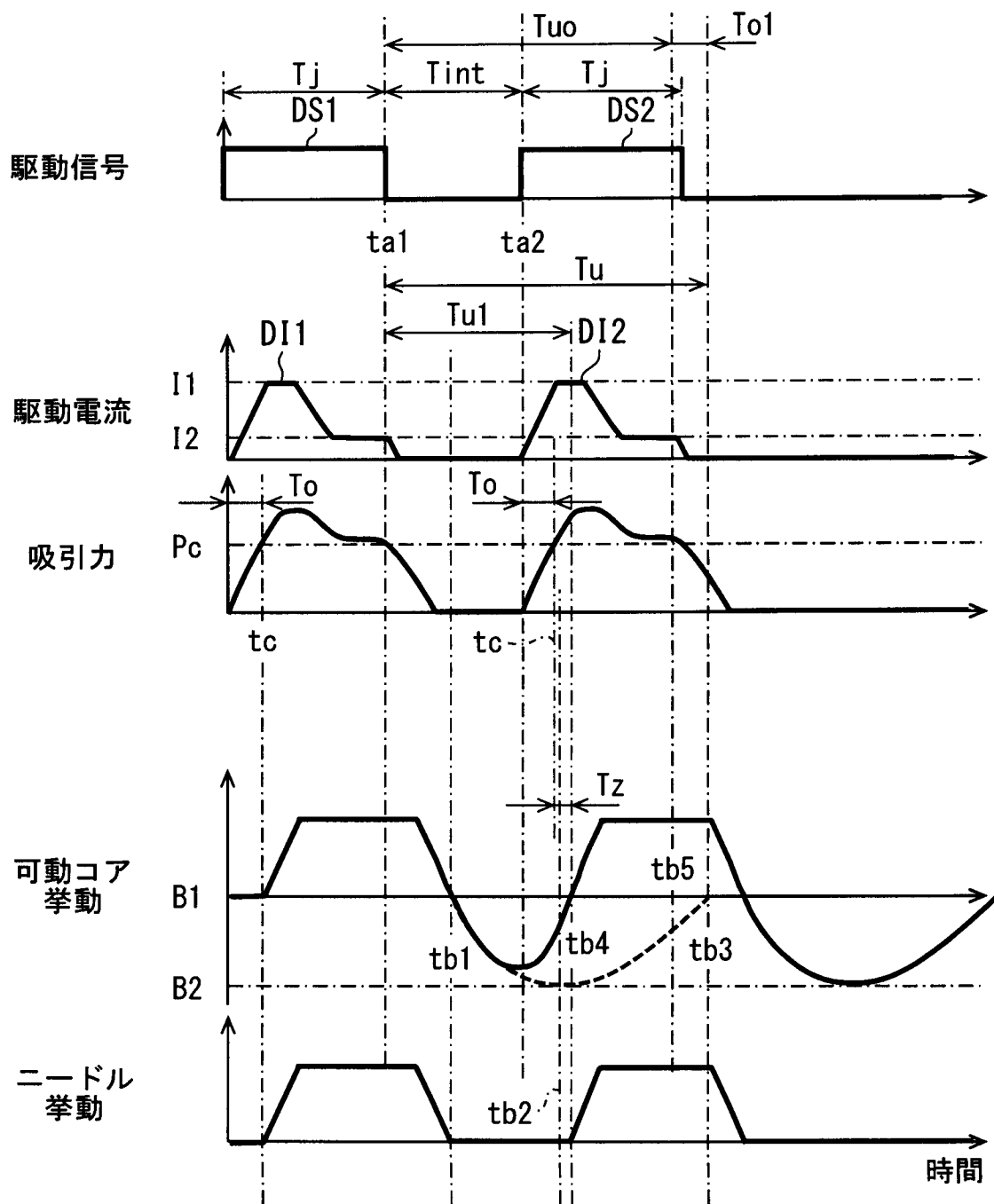


[図8]

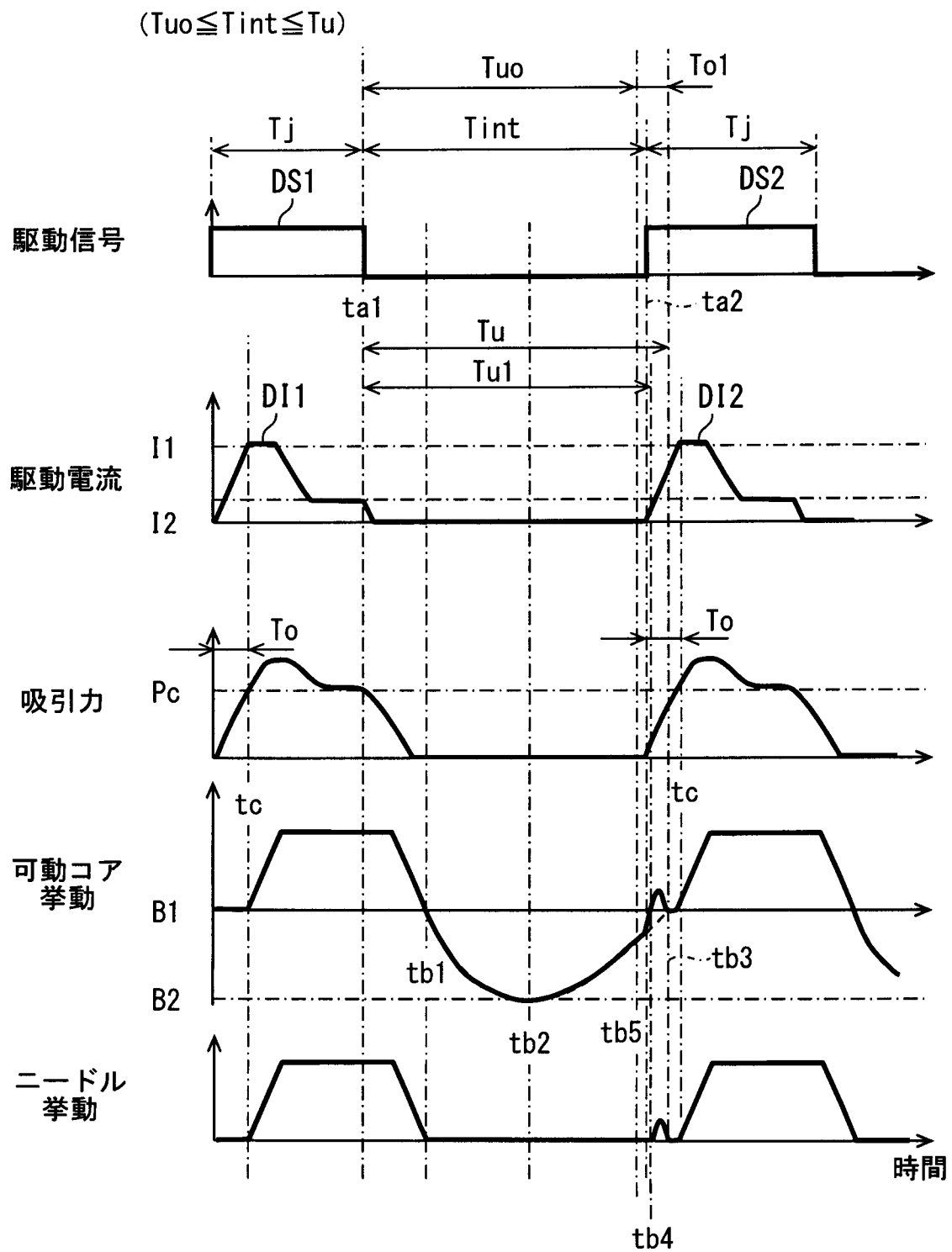


[図9]

(Tint < Tuo)

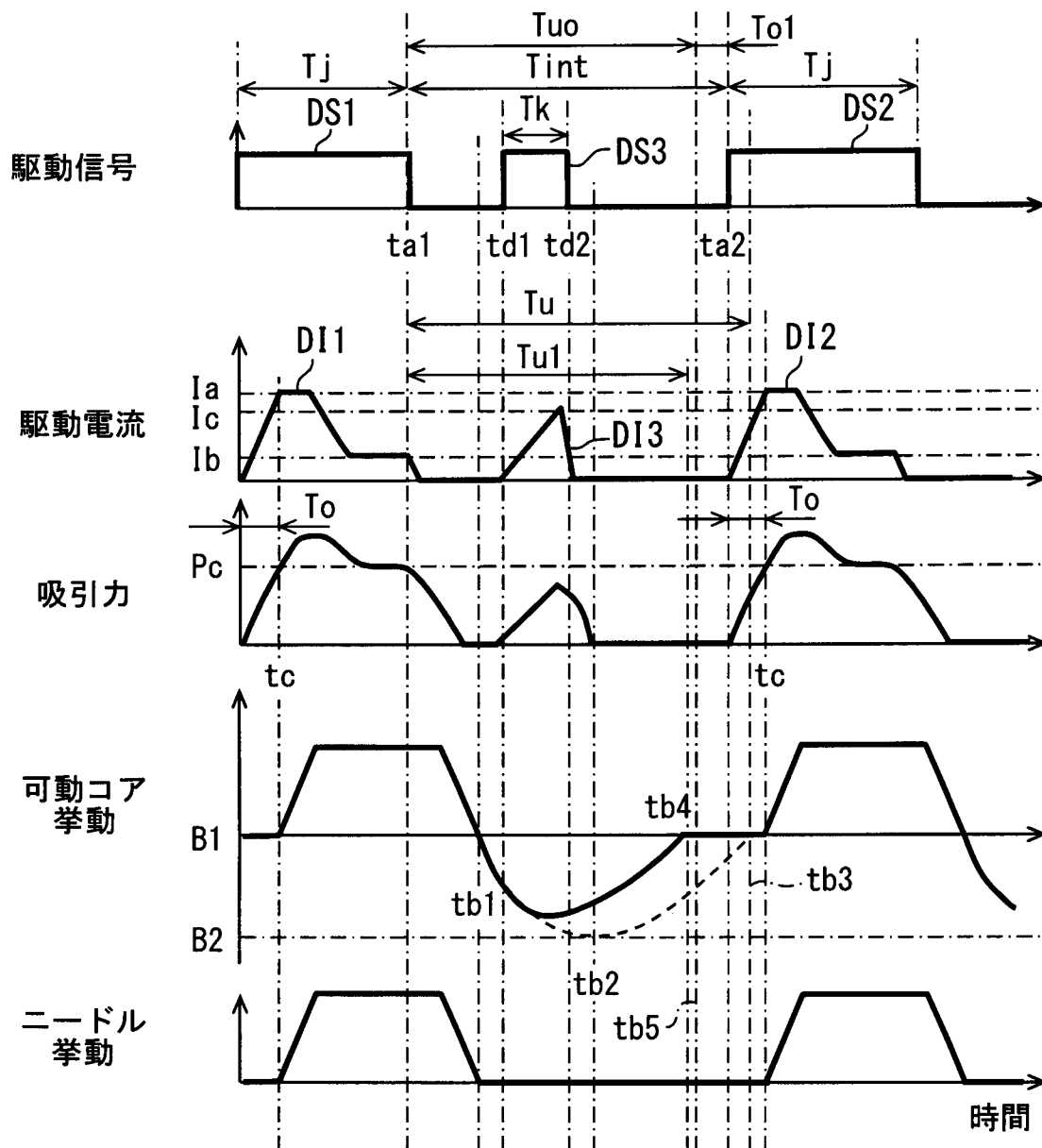


[図10]

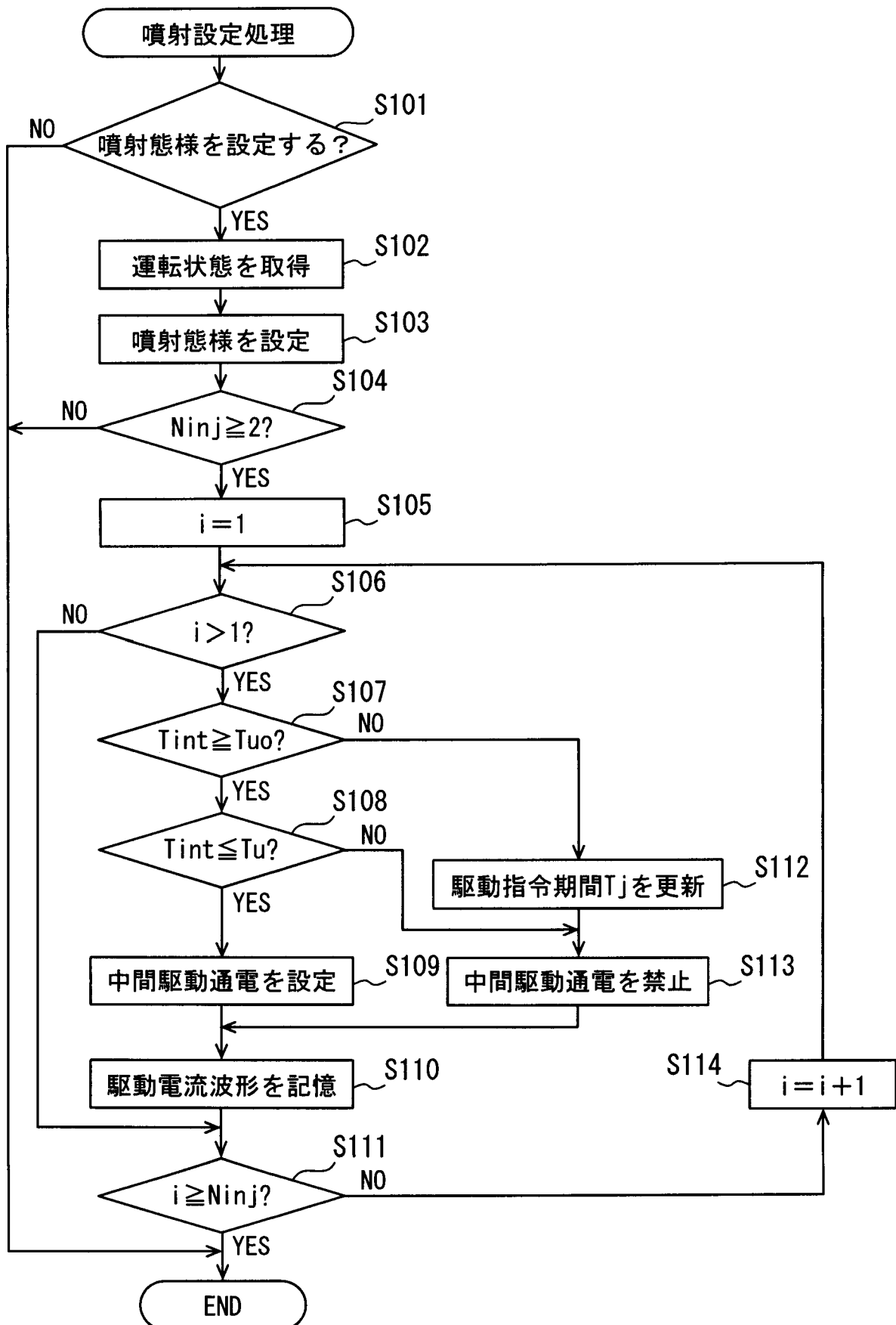


[図11]

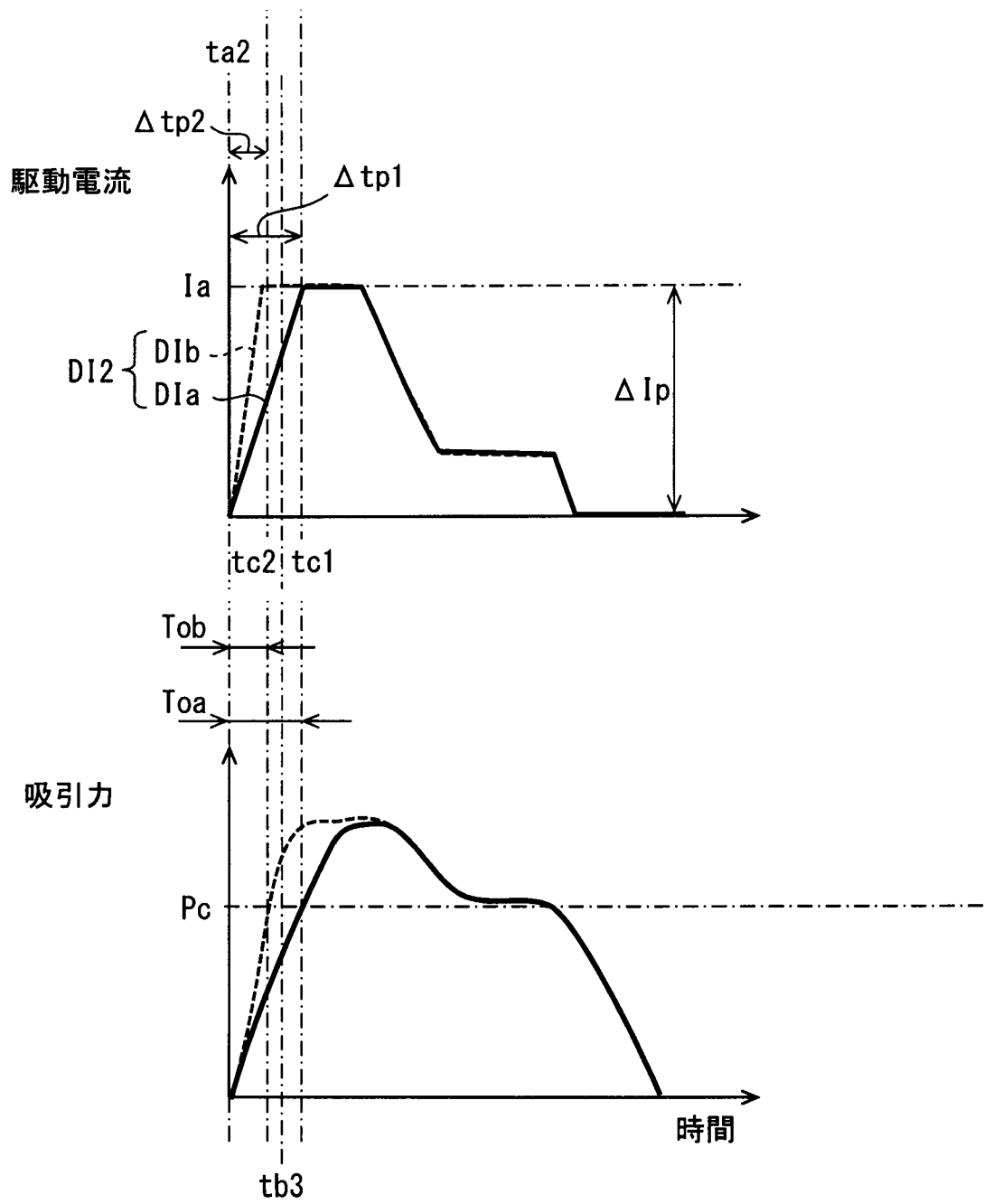
$$(T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u)$$



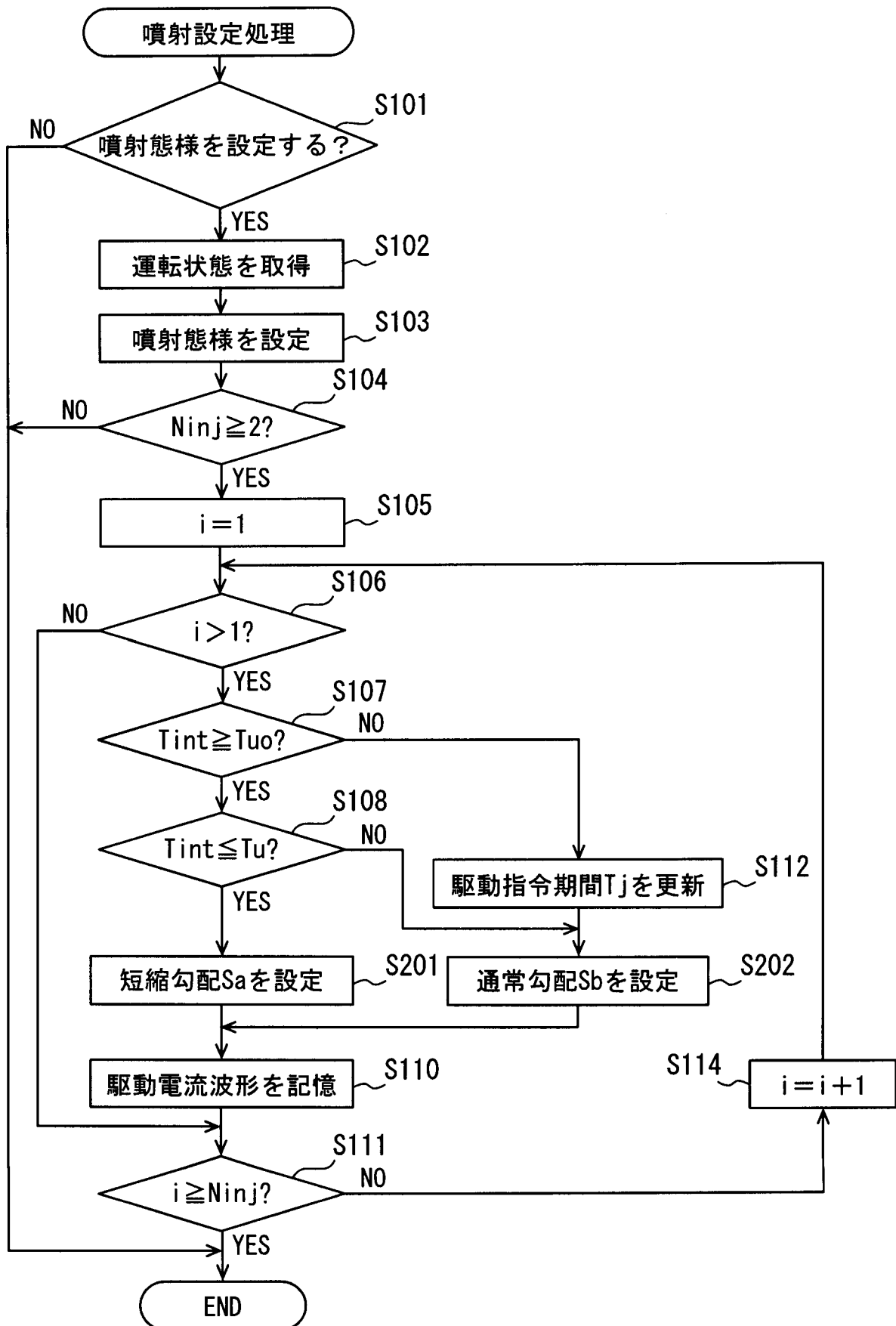
[図12]



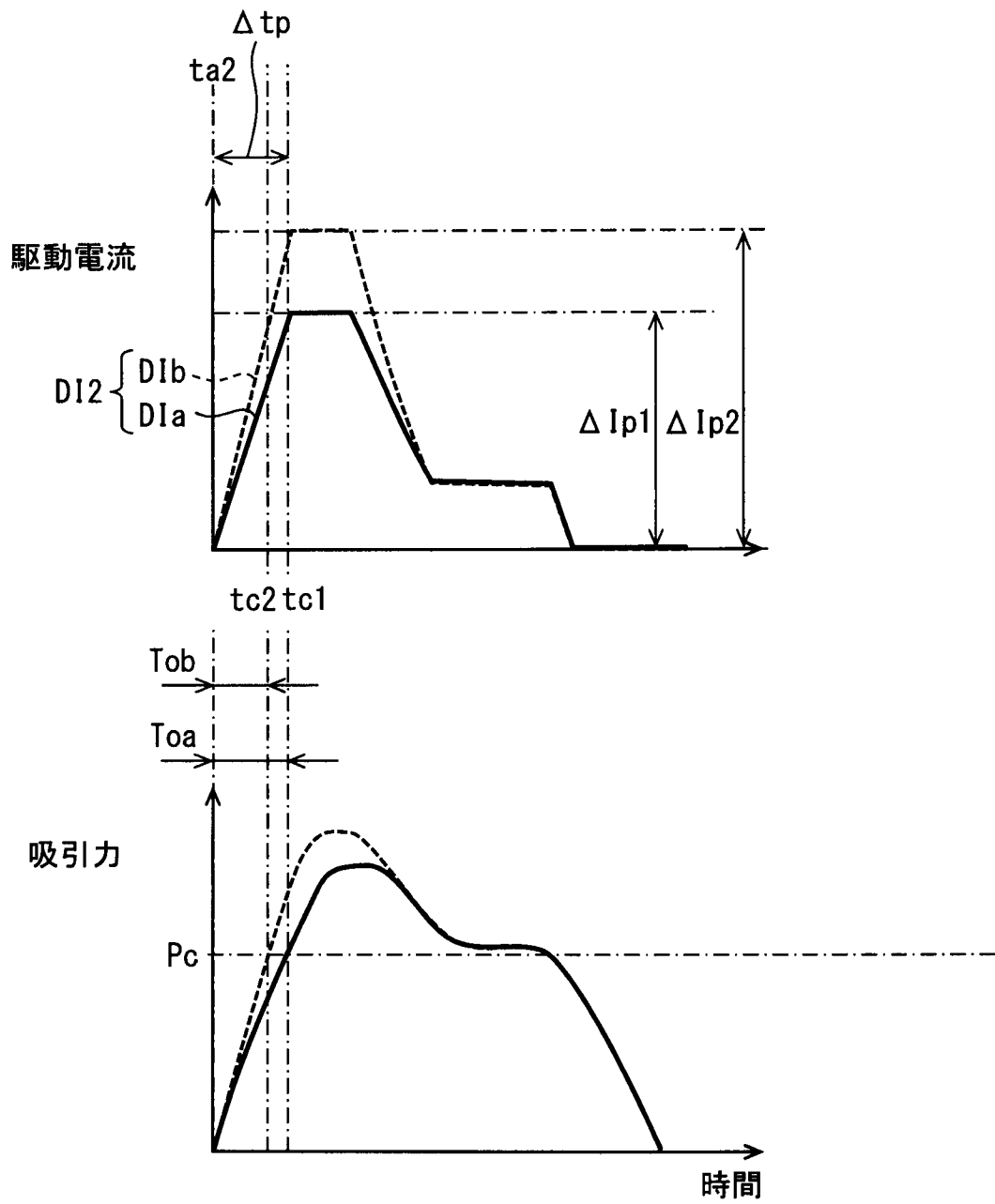
[図13]



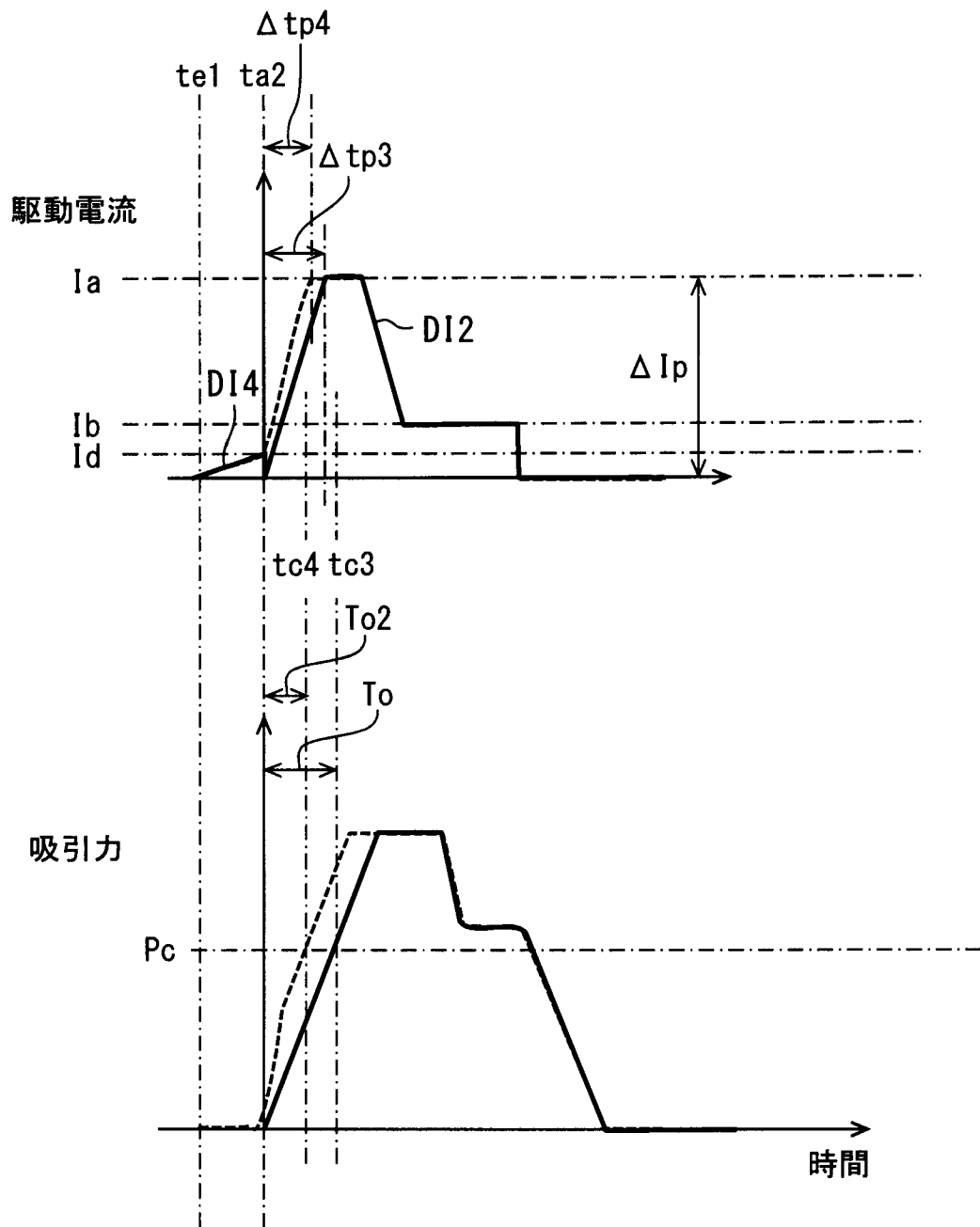
[図14]



[図15]

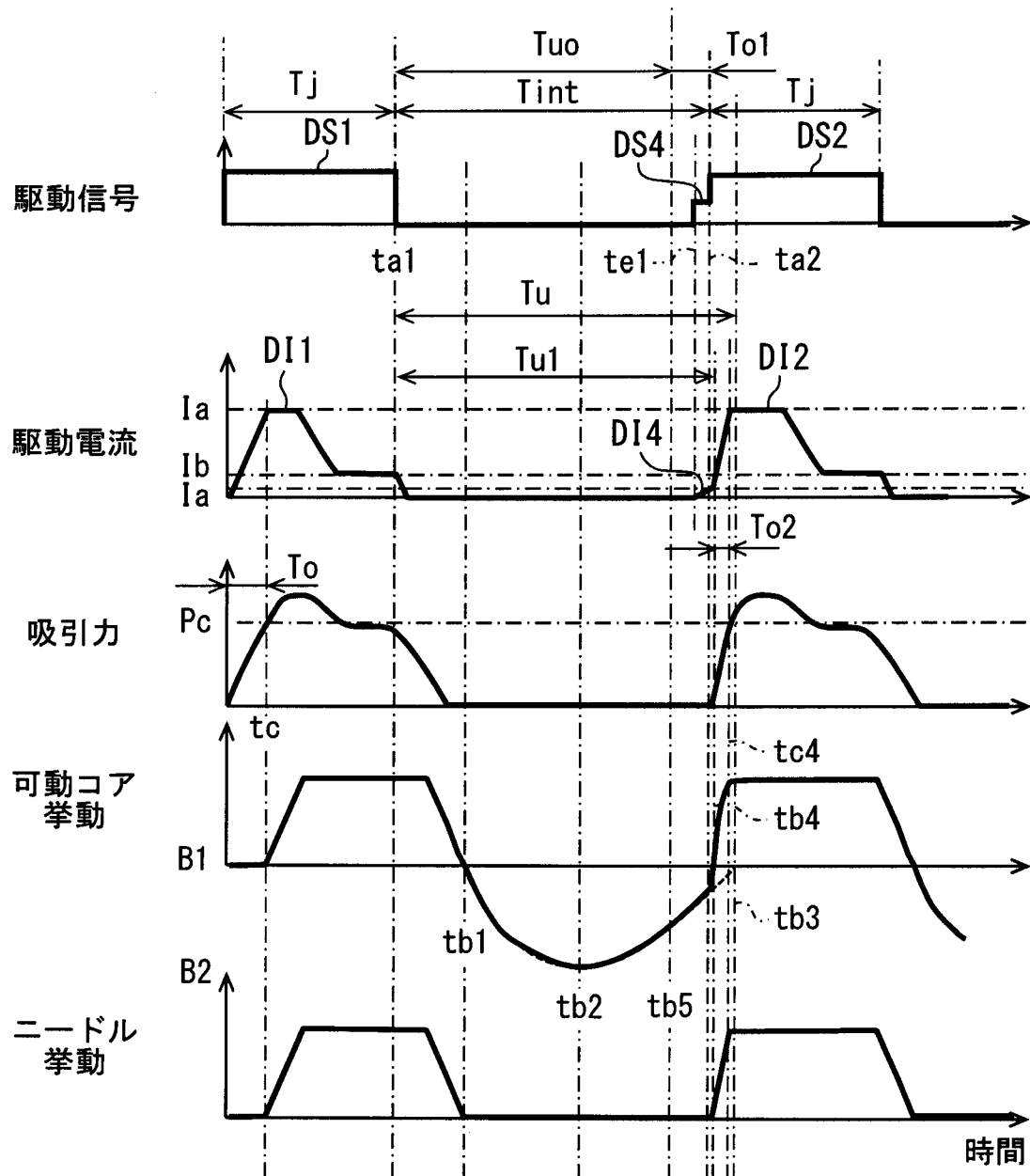


[図16]

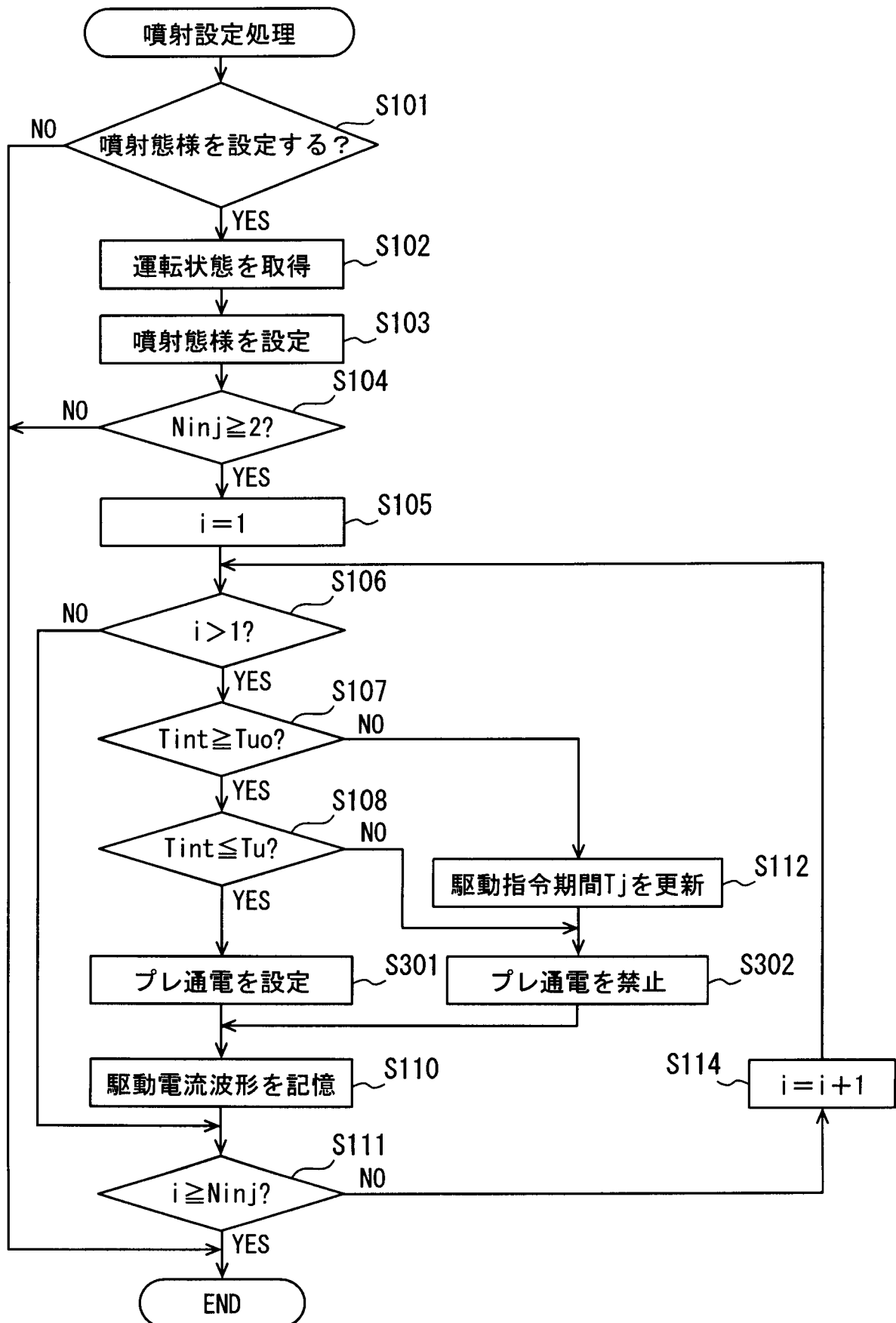


[図17]

$$(T_{uo} \leq T_{int} \leq T_u)$$



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02D41/20 (2006.01) i, F02D41/22 (2006.01) i, F02D41/34 (2006.01) i, F02M51/00 (2006.01) i, F02M51/06 (2006.01) i, F02M61/10 (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)

Int. Cl. F02D41/00-45/00, F02M39/00-71/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
X A	JP 2012-177303 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 13 September 2012, paragraphs [0020]-[0032], fig. 1-4 & US 2012/0216783 A1, paragraphs [0047]-[0060], fig. 1-4 & EP 2492479 A1 & CN 102650241 A	1, 4-7, 11 2-3, 8
A	JP 2008-280876 A (HITACHI, LTD.) 20 November 2008, paragraphs [0016]-[0028], fig. 1-4 & US 2008/0276907 A1, paragraphs [0025]-[0039], fig. 1-4 & EP 1990526 A2	1-8, 11

☒ 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
22.08.2018

Date of mailing of the international search report
04.09.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024485

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-112008 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 09 June 2011, paragraphs [0020]-[0030], [0034]-[0037], fig. 1-4 & US 2012/0234299 A1, paragraphs [0027]-[0036], [0041]-[0044], fig. 1-4 & WO 2011/065072 A1 & EP 2508743 A1 & CN 102639860 A	9
A	JP 2015-212536 A (DENSO CORP.) 26 November 2015, paragraphs [0012]-[0019], fig. 2, 14 (Family: none)	10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D41/20(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02D41/34(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i,
F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(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（IPC））

Int.Cl. F02D41/00-45/00, F02M39/00-71/04

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X A	JP 2012-177303 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2012.09.13, 段落 [0020]-[0032], 図 1-4 & US 2012/0216783 A1, 段落 [0047]-[0060], 図 1-4 & EP 2492479 A1 & CN 102650241 A	1, 4-7, 11 2-3, 8
A	JP 2008-280876 A（株式会社日立製作所） 2008.11.20, 段落 [0016]-[0028], 図 1-4 & US 2008/0276907 A1, 段落 [0025]-[0039], 図 1-4 & EP 1990526 A2	1-8, 11

☑ 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

22.08.2018

国際調査報告の発送日

04.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

▲高▼木 真頭

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3Z

1177

C (続き) . 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 2011-112008 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.06.09, 段落 [0020]-[0030], [0034]-[0037], 図 1-4 & US 2012/0234299 A1, 段落 [0027]-[0036], [0041]-[0044], 図 1-4 & WO 2011/065072 A1 & EP 2508743 A1 & CN 102639860 A	9
A	JP 2015-212536 A (株式会社デンソー) 2015.11.26, 段落 [0012]-[0019], 図 2, 14 (ファミリーなし)	10