

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/095282 A1

PCT

(43) 国際公開日

2010 年 8 月 26 日(26.08.2010)

(51) 国際特許分類:

F02M 37/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2009/059400

(22) 国際出願日:

2009 年 5 月 22 日(22.05.2009)

(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 2009-038020 2009 年 2 月 20 日(20.02.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
ボッシュ株式会社(Bosch Corporation) [JP/JP]; 〒1508360 東京都渋谷区渋谷 3 丁目 6 番 7 号
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金子 博隆
(KANEKO Hirotaka) [JP/JP]; 〒3558603 埼玉県東松山市
山市箭弓町 3-1 3-2 6 ボッシュ株式会社内 Saitama (JP). 松木 宏 (MATSUKI Hiroshi)
[JP/JP]; 〒3558603 埼玉県東松山市箭弓町 3-1
3-2 6 ボッシュ株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 江森 健二, 外(EMORI Kenji et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿 1-1 1-3 エクセル
新宿御苑ビル 5 F 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

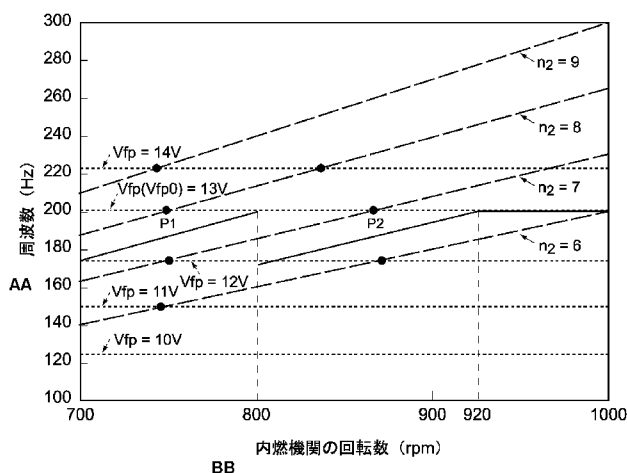
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SYSTEM FOR CONTROLLING ACCUMULATOR TYPE FUEL INJECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 蓄圧式燃料噴射装置の制御装置

[図3]



AA FREQUENCY (Hz)
BB SPEED OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE
(rpm)

(57) Abstract: Provided is a system for controlling an accumulator type fuel injection device, which reduces unusual noises generated by the resonance between the pressure pulsations to be generated in a low-pressure fuel passage by an electric low-pressure pump and the pressure pulsations to be generated in the low-pressure fuel passage by the drive of a high-pressure pump. The system controls the accumulator type fuel injection device, in which the fuel in a fuel tank is pumped by the electric low-pressure pump and is pressurized and pumped by the high-pressure pump to a common rail having a plurality of fuel injection valves connected, so that the fuel is injected into the cylinders of an internal combustion engine. The control system comprises a low-pressure pump output control unit for controlling the output of the electric low-pressure pump so that the pumping frequency of an n_1 -th order (wherein n_1 designates an integer of 1 or more) of the electric low-pressure pump may not approximate to the frequency of an n_2 -th order (wherein n_2 designates an integer of 1 or more) of the pressure pulsations of the fuel, which are generated by the drive of the high-pressure pump.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/095282 A1



電動低圧ポンプによって低圧燃料通路に生じる圧力脈動と、高圧ポンプの駆動によって生じる低圧燃料通路の圧力脈動とが共振することで生じる異音の低減が図られた蓄圧式燃料噴射装置の制御装置を提供する。燃料タンク内の燃料を電動低圧ポンプで圧送するとともに燃料を高圧ポンプで加圧して複数の燃料噴射弁が接続されたコモンレールに圧送し、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する蓄圧式燃料噴射装置の制御を行う蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、電動低圧ポンプの n_1 次（ n_1 は1以上の整数）圧送周波数が高圧ポンプの駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次（ n_2 は1以上の整数）周波数と近似しないように電動低圧ポンプの出力を制御する低圧ポンプ出力制御部を備える。

明 細 書

発明の名称：蓄圧式燃料噴射装置の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、蓄圧式燃料噴射装置の制御装置に関し、特に、低圧燃料を加圧して圧送する高圧ポンプと、高圧ポンプに低圧燃料を供給する電動低圧ポンプとを備えた蓄圧式燃料噴射装置の制御を行う蓄圧式燃料噴射装置の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、ディーゼルエンジンをはじめとする内燃機関に燃料を供給する装置として、複数の燃料噴射弁が接続されるとともに高圧燃料が蓄積されるコモンレールを備え、高圧燃料が各燃料噴射弁に供給された状態で燃料噴射弁の通電制御を行うことによって、燃料の緻密な噴射制御を可能にした蓄圧式燃料噴射装置が用いられている。

[0003] このような蓄圧式燃料噴射装置は、低圧ポンプと、高圧ポンプと、コモンレールと、燃料噴射弁とを主たる要素として構成されており、この蓄圧式燃料噴射装置では、燃料タンク内の燃料が低圧ポンプによって高圧ポンプに圧送されるとともに高圧ポンプによって加圧されてコモンレールに圧送され、各燃料噴射弁に高圧燃料が供給される。そして、この状態で燃料噴射弁の通電制御によって燃料噴射弁の開弁時間及び開弁タイミングが制御されることで、内燃機関への様々な燃料噴射パターンが実現可能となっている。

[0004] ここで、蓄圧式燃料噴射装置に備えられる低圧ポンプとして、高圧ポンプと別体に備えられた電動低圧ポンプが用いられる場合がある。この場合、電動低圧ポンプの出力は通常一定にされ、電動低圧ポンプから高圧ポンプの加圧室までの間に設けられたオーバーフローバルブから余剰の燃料をオーバーフローさせながら、高圧ポンプの加圧室に対して必要な流量の低圧燃料の供給が行われる（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-329033号公報（図1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このような蓄圧式燃料噴射装置において、電動低圧ポンプは一定周期で低圧燃料を圧送するため、この電動低圧ポンプの圧送に起因して、電動低圧ポンプと高圧ポンプとの間の低圧燃料通路内に圧力脈動が発生する。一方、高圧ポンプにおいても、高圧ポンプを駆動するカムが回転し、プランジャ等の部品が移動することによって高圧ポンプ内の圧力脈動が発生し、ひいては高圧ポンプに低圧燃料を導く低圧燃料通路内にまで圧力脈動を生じさせる場合がある。

[0007] これらの、電動低圧ポンプの駆動に起因して低圧燃料通路内に生じる圧力脈動の n_1 次周波数と、高圧ポンプの駆動に起因して低圧燃料通路内に生じる圧力脈動の n_2 次周波数とが近似すると、圧力の振幅の増大や低圧燃料通路に設けられた低圧配管や燃料フィルタ等の振動を引き起こし、部品の損傷や異音の原因となるおそれがある。

[0008] このような圧力脈動の共振に対する対策として、電動低圧ポンプや高圧ポンプにダンパを設けることも可能ではあるが、それぞれの圧力脈動を引き起こす箇所に対してダンパを設けることが必要になり、部品点数の増加やコストの増加につながりやすい。

[0009] そこで、本発明の発明者は鋭意努力し、電動低圧ポンプの出力を可変とし、蓄圧式燃料噴射装置の制御装置が、電動低圧ポンプの n_1 次圧送周波数が高圧ポンプの駆動によって高圧ポンプに生じる圧力脈動の n_2 次周波数と近似しないように電動低圧ポンプの出力を制御する低圧ポンプ出力制御部を備えることにより上述した問題を解決できることを見出し、本発明を完成させたものである。すなわち、本発明は、電動低圧ポンプによって低圧燃料通路に生じる圧力脈動と、高圧ポンプの駆動によって生じる低圧燃料通路の圧力脈動とが共振することで生じる不具合の低減が図られる蓄圧式燃料噴射装置の制

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

- [0010] 本発明によれば、燃料タンク内の燃料を電動低圧ポンプで圧送するとともに燃料を高圧ポンプで加圧して複数の燃料噴射弁が接続されたコモンレールに圧送し、内燃機関の気筒内に燃料を噴射する蓄圧式燃料噴射装置の制御を行う蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、電動低圧ポンプの n_1 次（ n_1 は1以上の整数）圧送周波数が高圧ポンプの駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次（ n_2 は1以上の整数）周波数と近似しないように電動低圧ポンプの出力を制御する低圧ポンプ出力制御部を備えることを特徴とする蓄圧式燃料噴射装置の制御装置が提供され、上述した問題を解決することができる。
- [0011] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置を構成するにあたり、低圧ポンプ出力制御部が、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数を検出するとともに、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数に応じて電動低圧ポンプの出力を制御することが好ましい。
- [0012] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置を構成するにあたり、電動低圧ポンプの出力が所定量以上変更される領域では、低圧ポンプ出力制御部が、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数が所定量以上変化したときに電動低圧ポンプの出力を変更することが好ましい。
- [0013] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置を構成するにあたり、低圧ポンプ出力制御部が、内燃機関のアイドル状態において電動低圧ポンプの出力を制御することが好ましい。
- [0014] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置を構成するにあたり、低圧ポンプ出力制御部が、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数を検出する回転数検出部と、電動低圧ポンプの n_1 次圧送周波数が高圧ポンプの n_2 次圧送周波数と近似しないように、内燃機関又は高圧ポンプの回転数に応じて電動低圧ポンプへの供給電圧を制御する電圧制御部と、を備えることが好ましい。

発明の効果

- [0015] 本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置によれば、低圧ポンプ出力制御部

が、電動ポンプの n_1 次圧送周波数が高圧ポンプの駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数と近似しないように電動低圧ポンプの出力を制御するため、電動低圧ポンプによって低圧燃料通路に生じる圧力脈動と、高圧ポンプの駆動によって低圧燃料通路に生じる圧力脈動との共振を生じるおそれが高減される。したがって、低圧燃料通路を構成する部品の損傷や異音等の不具合の発生が低減される。

[0016] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、低圧ポンプ出力制御部が内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数を検出するとともに当該いずれかの回転数に応じて電動低圧ポンプの出力を制御することにより、高圧ポンプの駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数と電動低圧ポンプの n_1 次圧送周波数とが近似しないように電動低圧ポンプから低圧燃料を圧送することができる。

[0017] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、低圧ポンプ出力制御部が、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数が所定量以上変化したときに電動低圧ポンプの出力を所定量以上変更することにより、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数が細かく増減するような不安定な状態で、電動低圧ポンプの出力の大幅な変更が繰返し行われることが避けられる。

[0018] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、内燃機関のアイドル状態において低圧ポンプ出力制御部が上記制御を行うことにより、高圧ポンプからの吐出量が比較的少ない状態で電動低圧ポンプの出力制御が行われるため、高圧ポンプに供給される低圧燃料が不足するおそれがない。また、内燃機関のアイドル状態で低圧ポンプ出力制御部が上記制御を行うことで、内燃機関で発生する音が比較的小さい状態であっても異音が聞こえにくくなる。

[0019] また、本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、低圧ポンプ出力制御部が、所定の回転数検出部及び電圧制御部を備えることにより、内燃機関の回転数又は高圧ポンプの回転数に応じて、高圧ポンプの n_2 次圧送周波数と電動低圧ポンプの n_1 次圧送周波数とが近似しないように、電動低圧ポンプ

の出力が制御される。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] 本発明の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置が備えられた蓄圧式燃料噴射装置の構成例を示す図である。

[図2] 第 1 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置の構成例を説明するための図である。

[図3] 第 1 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置における電動低圧ポンプへの供給電圧の設定方法を説明するための図である。

[図4] 電動低圧ポンプへの供給電圧をステップ変化させる時期について説明するための図である。

[図5] 第 1 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置による電動低圧ポンプの出力制御方法を示すフロー図である。

[図6] 供給電圧の補正方法を示すフロー図である。

[図7] 第 2 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置における電動低圧ポンプへの供給電圧の設定方法を説明するための図である。

[図8] 第 3 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置における電動低圧ポンプへの供給電圧の設定方法を説明するための図である。

[図9] 第 3 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置による電動低圧ポンプの出力制御方法を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照して、本発明の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置に関する実施の形態について具体的に説明する。ただし、かかる実施の形態は本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の範囲内で任意に変更することが可能である。なお、それぞれの図中、同じ符号を付してあるものは同一の部材を示しており、適宜説明が省略されている。

[0022] [第 1 の実施の形態]

1. 蓄圧式燃料噴射装置の基本的構成

(1) 全体構成

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置 40 の制御対象となる蓄圧式燃料噴射装置 50 の概略構成を示している。

この図 1 に示す蓄圧式燃料噴射装置 50 は、車両のディーゼルエンジンの気筒内に燃料を噴射する蓄圧式燃料噴射装置であって、燃料タンク 1 と、電動低圧ポンプ 2 と、メインフィルタ 4 と、高圧ポンプ 5 と、コモンレール 10 と、燃料噴射弁 13 等を主たる要素として構成されている。

[0023] 電動低圧ポンプ 2 とメインフィルタ 4、及びメインフィルタ 4 と高圧ポンプ 5 は低圧燃料通路 18 a、18 b で接続され、高圧ポンプ 5 とコモンレール 10、及びコモンレール 10 と燃料噴射弁 13 は高圧燃料通路 37 a、37 b で接続されている。また、高圧ポンプ 5 やコモンレール 10、燃料噴射弁 13 等には、排出される燃料を燃料タンク 1 に戻すための燃料リーク通路 30 a～30 c が接続されている。図 1 では、高圧燃料通路 37 a、37 b が太線で示され、低圧燃料通路 18 a、18 b 及び高圧ポンプ 5 内の低圧燃料通路 18 c が細線で示され、燃料リーク通路 30 a～30 c が破線で示されている。

[0024] また、電動低圧ポンプ 2 と高圧ポンプ 5 とを接続する低圧燃料通路 18 a、18 b の間にはメインフィルタ 4 が備えられており、このメインフィルタ 4 によって低圧燃料中の異物が捕集され、高圧ポンプ 5 に異物が流入しないようになっている。

[0025] (2) 電動低圧ポンプ

電動低圧ポンプ 2 は、燃料タンク 1 内の低圧燃料を吸い上げ、低圧燃料通路 18 a～18 c を介して高圧ポンプ 5 の加圧室 5 a に対して低圧燃料を供給する。図 1 に示される電動低圧ポンプ 2 は、低圧燃料が貯蔵された燃料タンク 1 内に備えられたインタンの電動低圧ポンプであって、図示しないオルタネータが備えられており、バッテリーから供給される電圧によって駆動され、供給電圧に応じた出力で所定の流量の低圧燃料を圧送する。この電動低圧ポンプ 2 の燃料吸い込み口にはプレフィルタ 3 が介在し、このフィルタ 3 は、燃料タンク 1 内の燃料に異物が混入している場合に、それらの異物が

電動低圧ポンプ２に吸い込まれないように当該異物を捕集する。

[0026] ただし、低圧ポンプは、ディーゼルエンジンの回転周波数や高圧ポンプの圧送周波数とは独立して回転数を制御可能なものであればよく、その構成自体が機械的に駆動される構成のものであっても電氣的に駆動される構成のものであってもよい。

[0027] 図１の蓄圧式燃料噴射装置５０では、インタンクの電動低圧ポンプ２としてローラセル型のポンプが用いられている。ローラセル型のポンプでは駆動軸が一回転する間に低圧燃料がセルの数分圧送される。この電動低圧ポンプ２からの低圧燃料の圧送によって、低圧燃料通路１８ａ～１８ｃ、さらにはメインフィルタ４内にも圧力脈動が生じる。

ただし、電動低圧ポンプ２はローラセル型のポンプに限られるものではなく、また、電動低圧ポンプ２は、燃料タンク１の外部に設けられるものであってもよい。

[0028] （３）高圧ポンプ

高圧ポンプ５は、電動低圧ポンプ２によって圧送され、燃料吸入弁６を介して加圧室５ａに導入された低圧燃料をプランジャ７によって加圧し、燃料吐出弁９及び高圧燃料通路３７ａを介して、高圧燃料をコモンレール１０に圧送する。図１に示す蓄圧式燃料噴射装置５０の例では、低圧燃料通路１８ａ、１８ｂを介して高圧ポンプ５内に送られる低圧燃料は、一旦、カム１５が収容されたカム室１６内に流れ込み、そこからさらに低圧燃料通路１８ｃを介して加圧室５ａに送られる。

[0029] また、カム室１６と加圧室５ａとを接続する低圧燃料通路１８ｃの途中には流量制御弁８が備えられ、要求されるコモンレール圧及び要求噴射量に応じて、加圧室５ａに供給される低圧燃料の流量が調節される。この流量制御弁８は、例えば、供給されるパルス電圧の大きさによって弁体のストローク量が可変である電磁比例式の流量制御弁が用いられ、弁体の移動に伴って低圧燃料通路１８ｃ内に脈動が生じる場合がある。

[0030] また、流量制御弁８よりも上流側には、低圧燃料流路１８ｃから分岐して

接続され、流量制御弁 8 と並列的に配置された圧力調整弁 14 が備えられており、圧力調整弁 14 はさらに燃料タンク 1 に通じる燃料リーク通路 30 a に接続されている。この圧力調整弁 14 は、前後の差圧、すなわち、低压燃料通路 18 c 内の圧力と、燃料リーク通路 30 a 内の圧力との差が所定値を越えたときに開弁されるオーバーフローバルブが用いられている。したがって、電動低压ポンプ 2 によって低压燃料が圧送されている状態においては、低压燃料流路 18 a ~ 18 c 及びカム室 16 内の圧力が、燃料リーク通路 30 a 内の圧力に対して所定の差圧分大きくなるように維持される。

[0031] 高圧ポンプ 5 を駆動するカム 15 は、内燃機関のドライブシャフトにギアを介して連結されたカムシャフトに固定されており、カム 15 の回転数は、内燃機関の回転数に比例する。

また、図 1 に示す蓄圧式燃料噴射装置 50 の高圧ポンプ 5 は、二本のプランジャ 7 がカム 15 によって押し上げられ、二つの加圧室 5 a 内で低压燃料が加圧されて、各加圧室 5 a からコモンレール 10 に対して高圧燃料が圧送される。したがって、カム 15 が一回転する間に高圧ポンプ 5 からコモンレール 10 に向けての高圧燃料の圧送が二回行われる。

[0032] このように構成された高圧ポンプ 5 では、カム 15 が回転するとともに、このカム 15 の回転に伴いプランジャ 7 が上下動することで、高圧ポンプ 5 内の燃料の圧力に脈動が生じる。すなわち、高圧ポンプ 5 の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の周波数は、高圧ポンプ 5 による燃料の圧送周波数と一致する。この圧力脈動は、高圧ポンプ 5 に供給される低压燃料の圧力にも影響を与え、ひいては、低压燃料通路 18 a、18 b 内にも脈動を生じさせる。

[0033] (4) コモンレール

コモンレール 10 は、高圧ポンプ 5 から圧送される高圧燃料を蓄積し、高圧燃料通路 37 b を介して接続された複数の燃料噴射弁 13 に対して高圧燃料を供給する。このコモンレール 10 にはレール圧センサ 21 及び圧力制御弁 12 が取り付けられている。圧力制御弁 12 は、例えば電磁比例制御弁が

用いられ、コモンレール１０から燃料リーク通路３０ｂに排出する燃料のリーク量が調節され、当該リーク量に応じてコモンレール１０内の圧力が調整される。

[0034] また、コモンレール１０に備えられたレール圧センサ２１で検出されるレール圧の信号は制御装置４０に送られる。制御装置４０は、検出されるレール圧が目標レール圧となるように、コモンレール１０に備えられた圧力制御弁１２及び高压ポンプ５に備えられた流量制御弁８の制御を行う。

[0035] （５）燃料噴射弁

コモンレール１０に接続された燃料噴射弁１３は、噴射孔が設けられたノズルボディと噴射孔を閉塞するノズルニードルとを備え、ノズルニードルの後端側に作用する背圧が逃されることによって噴射孔が開かれることで、コモンレール１０から供給される高压燃料を内燃機関の気筒内に噴射する。燃料噴射弁１３は、例えば、背圧制御部としてソレノイドバルブが備えられた電磁制御型の燃料噴射弁や、背圧制御部としてピエゾ素子が備えられた電歪型の燃料噴射弁が用いられる。

[0036] ２．蓄圧式燃料噴射装置の制御装置

（１）全体構成

図２は、本実施形態の制御装置４０の構成のうち、電動低压ポンプ２の出力制御に関する部分を機能的なブロックで表した図を示している。

この制御装置４０は、公知の構成からなるマイクロコンピュータを中心に構成されており、回転数判定部７１と、電圧制御部７３と、電圧補正部７５と、切換指示部７７とを備えている。これらの各部は、具体的にはマイクロコンピュータによるプログラムの実行によって実現される。

なお、この制御装置４０は、高压ポンプに備えられた流量制御弁やコモンレールに備えられた圧力制御弁、内燃機関の燃料噴射弁等の制御を行う制御装置の一部として構成されていてもよく、あるいは、そのような制御装置とは別の制御装置として備えられてもよい。

[0037] （２）回転数判定部

回転数判定部 71 は、一定周期で内燃機関の回転数 N_e を読込むとともに当該回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満であるか否かを判別し、回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満であるときに電圧制御部 73 に対して制御実行信号 $S1$ を出力する。本実施形態の制御装置 40 は、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満、すなわち内燃機関のアイドル状態において電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を制御する一方、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 以上の場合には定電圧 V_{fp0} を供給し、常時一定流量の燃料が一定の周期で圧送されるように制御が行われる。

[0038] 内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満の場合でのみ電動低圧ポンプ 2 の供給電圧 V_{fp} の制御を行うのは、内燃機関がアイドル状態にない状態では、内燃機関や高圧ポンプ 5 の振動及び発生する稼動音が比較的大きいため、電動低圧ポンプ 2 によって生じる低圧燃料通路 18a、18b 内の圧力脈動と高圧ポンプ 5 によって生じる低圧燃料通路 18a、18b 内の圧力脈動との共振による影響が小さいからである。そのため、本実施形態の制御装置 40 では、制御装置 40 や電動低圧ポンプ 2 への負荷が低減されている。

[0039] なお、回転数判定部 71 での判定対象は、内燃機関の回転数 N_e の変わりに高圧ポンプ 5 の回転数 N_p を用いてもよい。高圧ポンプ 5 を駆動するカムシャフトは内燃機関のドライブシャフトに対して所定のギア比で連結されているため、内燃機関の回転数 N_e の閾値 N_{e0} に対応する高圧ポンプ 5 の回転数 N_p の閾値 N_{p0} と高圧ポンプ 5 の回転数 N_p とを比較することで、同様の判定結果が得られる。

[0040] (3) 電圧制御部

電圧制御部 73 は、内燃機関の回転数 N_e に応じて、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を調整する。上述したとおり、本実施形態の制御装置 40 は、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満のときに電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を調整する制御を行う一方、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 以上のときには、電動低圧ポンプ 2 へ定電圧 V_{fp0} を供給するように構成されている。

[0041] 内燃機関の回転数 N_e が閾値 N_{e0} 未満のときに制御される供給電圧 V_{fp} は、内燃機関の回転数 N_e に応じてあらかじめ設定されている。高圧ポンプ 5 の駆動

によって低圧燃料通路 18 a、18 b 内に生じる圧力脈動と電動低圧ポンプ 2 からの低圧燃料の圧送によって低圧燃料通路 18 a、18 b 内に生じる圧力脈動とが共振しないようにするには、供給電圧 V_{fp} が定電圧 V_{fp0} よりも大きくなるように調整してもよいし小さくなるように調整してもよい。本実施形態の制御装置 40 では、電動低圧ポンプ 2 の稼働音が大きくなることや、供給電圧 V_{fp} を定電圧 V_{fp0} よりも大きくする必要性が低いことを考慮して、調整される供給電圧 V_{fp} が定電圧 V_{fp0} よりも小さくなるように設定されている。

[0042] また、製造時や経時劣化等によって生じる電動低圧ポンプ 2 の個体差による、同一の供給電圧 V_{fp} 下での圧送周波数のばらつきを解消して圧力脈動の共振を確実に防止するために、電圧制御部 73 に設定される供給電圧 V_{fp} の値は、後述する電圧補正部 75 で求められる補正係数 K を用いて、電動低圧ポンプ 2 の個体差に応じて補正されるようになっている。

[0043] 図 3 は、内燃機関の回転数 N_e に応じて設定される電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} の設定方法の一例を説明するための図であり、供給電圧 V_{fp} を一度に大きく変化させることができない場合の例が示されている。この図 3 の供給電圧 V_{fp} は、基準となる電動低圧ポンプ 2 での設定値であり、補正係数 $K = 1$ の場合の基準値である。図 3 の横軸は内燃機関の回転数 N_e (rpm) を示し、縦軸は周波数 (Hz) を示している。また、図 3 中の破線は、内燃機関の回転数 N_e に対応する高圧ポンプ 5 の n_2 次 (図 3 では $n_2 = 6, 7, 8, 9$) 圧送周波数を表し、点線は、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} ごとに電動低圧ポンプ 2 の圧送周波数を表している。本実施形態の蓄圧式燃料噴射装置 50 の高圧ポンプ 5 は、内燃機関のドライブシャフトと所定のギア比で連結されたカムシャフトの回転によって駆動するため、高圧ポンプ 5 の回転数 N_p や高圧ポンプ 5 の n_2 次圧送周波数は内燃機関の回転数 N_e に対応して規定される。

[0044] 本実施形態では、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を制御しない状態では、供給電圧 V_{fp} が 13 V の定電圧 V_{fp0} に固定され、このときの電動低圧ポンプ 2 による低圧燃料の圧送周波数が約 200 Hz となる。電動低圧ポンプ 2 に

定電圧 V_{fp0} が供給されている場合、図3で示される内燃機関の回転数 N_e の範囲において、内燃機関の回転数 N_e が約750rpmのときに、高圧ポンプ5の8次圧送周波数と電動低圧ポンプ2の25次圧送周波数とが一致する（黒点P1で図示）とともに、内燃機関の回転数 N_e が約860rpmのときに、高圧ポンプ5の7次圧送周波数と電動低圧ポンプ2の29次圧送周波数とが近似する（黒点P2で図示）。

[0045] この他、図3には、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が10V、11V、12V、14Vの場合での、高圧ポンプ5の n_2 次圧送周波数と電動低圧ポンプ2の n_1 次圧送周波数とが近似する点についても黒点で示されている。

すなわち、この図3において、高圧ポンプ5の n_2 次圧送周波数を表す破線が、電動低圧ポンプ2の圧送周波数を表す点線と交差する点が、低圧燃料通路18a、18bやメインフィルタ4内で生じる圧力脈動の共振点となる。このとき、低圧燃料通路18a、18bやメインフィルタ4の振動が大きくなったり異音が発生したりしやすくなる。

[0046] そのため、本実施形態の制御装置40では、これらの共振点に重ならないように、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が内燃機関の回転数 N_e に応じて設定されている。図3中の実線が電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} の設定値を示しており、複数存在する共振点と重ならないように、かつ、供給電圧 V_{fp} がステップ変化する点ができるだけ少なくなるように、内燃機関の回転数 N_e に応じた供給電圧 V_{fp} が設定されている。

[0047] 具体的には、内燃機関の回転数 N_e が800rpm未満の運転領域においては、高圧ポンプ5の7次圧送周波数のラインと8次圧送周波数のラインとの間を推移するように、内燃機関の回転数 N_e が増加するに連れて電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が12Vから13Vの間で比例的に変化する。この運転領域での供給電圧 V_{fp} は下記式（1）に基づいて設定されている。

$$V_{fp} = a \cdot N_e + b \quad \cdots (1)$$

[0048] また、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が13Vになると、供給電圧 V_{fp} が定電圧 V_{fp0} を越え、電動低圧ポンプ2の稼働音も大きくなり始めるため、

電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が 13 V になる内燃機関の回転数 N_e が 800 r p m の地点を境に、供給電圧 V_{fp} が 12 V まで低下させられる。そして、内燃機関の回転数 N_e が 800 r p m 以上の運転領域においては、高圧ポンプ 5 の 6 次圧送周波数のラインと 7 次圧送周波数のラインとの間を推移するように、内燃機関の回転数 N_e が増加するに連れて電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が 12 V から 13 V の間で比例的に変化する。この運転領域での供給電圧 V_{fp} は、下記式 (2) に基づいて設定されている。

$$V_{fp} = \alpha (a \cdot N_e + b) \quad \cdots (2)$$

[0049] すなわち、内燃機関の回転数 N_e が 800 r p m 以上の運転領域においては、回転数 N_e が 800 r p m 未満の運転領域での供給電圧 V_{fp} の演算式 (1) で得られる値に係数 α を掛けた値で供給電圧 V_{fp} が設定される。

[0050] そして、再び電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が 13 V になる内燃機関の回転数 N_e が 920 r p m の地点では、内燃機関や高圧ポンプ 5 の振動及び発生する稼動音が比較的大きくなり始めるため、内燃機関の回転数 N_e が 920 r p m 以上の運転領域では、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} は定電圧 V_{fp0} に固定される。すなわち、この図 3 の例では、回転数判定部 71 で電動低圧ポンプ 2 の供給電圧 V_{fp} の制御の実行の有無を判定する際の内燃機関の回転数 N_e の閾値 N_{e0} は、内燃機関のアイドル状態に近い状態となる 920 r p m に設定されている。

[0051] なお、この図 3 に実線で示される供給電圧 V_{fp} の設定値はあくまでも一例にすぎず、供給電圧 V_{fp} が共振点に重ならないようにさえすれば、種々の設定が可能である。また、電動低圧ポンプ 2 の供給電圧 V_{fp} の制御の実行の有無が識別される内燃機関の回転数 N_e の閾値 N_{e0} についても、所望の回転数に設定することができ、あるいは、閾値 N_{e0} を設けずに、内燃機関の回転数 N_e の全域で電動低圧ポンプ 2 の供給電圧 V_{fp} の制御を行うようにしてもよい。

[0052] (4) 電圧補正部

電動低圧ポンプ 2 は、その個体差によって、同じ電圧を供給してもポンプ回転数にばらつきが生じる場合がある。このポンプ回転数のばらつきが生じ

ると、電圧制御部 73 にあらかじめ設定された供給電圧 V_{fp} を電動低圧ポンプ 2 に供給した場合であっても、電動低圧ポンプ 2 による実際の圧送周波数が、想定していた圧送周波数からずれる場合がある。その結果、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} の調整をしたにもかかわらず、高圧ポンプ 5 の回転数の n_2 次周波数と電動低圧ポンプ 2 の n_1 次圧送周波数とが近似してしまい、低圧燃料通路 18a、18b やメインフィルタ 4 内での共振が低減されないおそれがある。

[0053] そのため、本実施形態の制御装置 40 は、電圧制御部 73 に供給電圧 V_{fp} を設定する際の基準とされた電動低圧ポンプと、実際に使用される電動低圧ポンプ 2 との個体差によるポンプ回転数のばらつきを考慮して、高圧ポンプ 5 の n_2 次圧送周波数と電動低圧ポンプ 2 の n_1 次圧送周波数とを近似させない制御が確実に行われるようにするための電圧補正部 75 が備えられている。

[0054] 本実施形態の制御装置 40 の電圧補正部 75 は、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が定電圧 V_{fp0} に設定されている運転領域において、電動低圧ポンプ 2 に通電される電流値 A_{fp} を検出し、当該電流値 A_{fp} に基づいて電動低圧ポンプ 2 の回転数 N_{fp} を求める。また、電圧補正部 75 は、求められた回転数 N_{fp} に基づいて電動低圧ポンプ 2 からの圧送周波数 F_{fp} を求め、電圧制御部 73 に記憶されている定電圧 V_{fp0} 時の圧送周波数 F_{fp0} と比較することで、設定されている圧送周波数 F_{fp0} との偏差 ΔF_{fp} を求める。

[0055] そして、求められた圧送周波数の偏差 ΔF_{fp} から、実際に使用される電動低圧ポンプ 2 において圧送周波数 F_{fp} が F_{fp0} となる供給電圧 V_{fp}' を算出し、補正係数 $K = V_{fp}' / V_{fp}$ を求める。この補正係数 K が求められると、電圧補正部 75 は、電圧制御部 73 に対して補正係数 K を出力する。

その結果、電圧制御部 73 では、内燃機関の回転数 N_e に応じてあらかじめ設定されている供給電圧の値に補正係数 K が乗じられて、供給電圧 V_{fp} の設定値が更新される。

[0056] 電圧補正部 75 が補正係数 K を求める時期については、電動低圧ポンプ 2 に対して定電圧 V_{fp0} が供給されている時期でなくとも構わない。ただし、電

動低压ポンプ 2 に対して定電圧 V_{fp0} が供給されている時期であれば、電動低压ポンプ 2 は一定の圧送周期で低压燃料を圧送している状態であるので、圧送周波数の偏差 ΔF_{fp} を正確に求めやすい。

また、本実施形態の制御装置 40 の電圧補正部 75 は、圧送周波数の偏差 ΔF_{fp} を基に補正係数 K を求めているが、この他、使用する電動低压ポンプ 2 を所定の回転数で駆動させるために必要な供給電圧を、電圧制御部 73 にあらかじめ設定された供給電圧と比較し、同一の回転数を得るために必要な供給電圧の偏差を算出して、補正係数 K を求めるようにしてもよい。

[0057] (5) 切換指示部

本実施形態の制御装置 40 では、電圧制御部 73 で電動低压ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を制御する際に、あらかじめ設定された供給電圧 V_{fp} が所定量以上変更される領域において、内燃機関の回転数 N_e の変化量 ΔN_e が所定量以上変化したときにのみ供給電圧 V_{fp} が変更されるように、電圧制御部 73 に対して算定式の切換指示を行う切換指示部 77 が設けられている。

[0058] 上述した図 3 に示す例では、内燃機関の回転数 N_e が約 800 rpm を境にして供給電圧 V_{fp} の算定式が式 (1) と式 (2) とで切換えられ、供給電圧 V_{fp} が 13 V と 12 V とでステップ変化する設定となっている。そのため、例えば、内燃機関のアイドル状態において、内燃機関の回転数 N_e が不安定な状態となって 800 rpm 前後で細かく増減すると、電動低压ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} も 13 V と 12 V とで繰返し切換えられる。このように、電動低压ポンプ 2 の出力が細かく切換えられると、制御に追従遅れが生じるおそれがある。また、高压ポンプ 5 に圧送される低压燃料の流量が繰返し変わるため、低压燃料通路内の低压燃料の圧力を調節している圧力調整弁 14 の応答性によっては、流量制御弁 8 入口の圧力制御が不能になって、正確にレール圧を制御することができなくなるおそれがある。

[0059] そのため、本実施形態の制御装置 40 は、内燃機関の回転数 N_e が 800 rpm 前後で細かく増減するような不安定な状態であっても、電動低压ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が 13 V から 12 V、あるいは 12 V から 13 V に切換え

られないように構成されている。具体的には、現在の供給電圧 V_{fp} の設定値の基準となる算定式が式（１）を基準としているか式（２）を基準としているかによって、算定式を式（１）から式（２）、あるいは式（２）から式（１）に切替える回転数 N_e の閾値が異ならせてある。

[0060] 例えば、現在、電圧制御部 73 において、式（１）を基準として供給電圧 V_{fp} が設定されている場合に、切替指示部 77 は、内燃機関の回転数 N_e が 800 rpm 近傍の第 1 の切替閾値 N_{e1} 未満のときには算定式を切替えることなくそのまま式（１）を基準として供給電圧 V_{fp} を設定するよう電圧制御部 73 に算定式指示信号 $S2$ を出力する。一方、式（１）を基準として供給電圧 V_{fp} が設定されている場合に、切替指示部 77 は、内燃機関の回転数 N_e が第 1 の切替閾値 N_{e1} 以上になると、算定式を式（１）から式（２）に切替え、式（２）を基準として供給電圧 V_{fp} を設定するよう電圧制御部 73 に算定式指示信号 $S2$ を出力する。

[0061] また、現在、電圧制御部 73 において、式（２）を基準として供給電圧 V_{fp} が設定されている場合に、切替指示部 77 は、内燃機関の回転数 N_e が第 1 の切替閾値 N_{e1} よりも小さい値の第 2 の切替閾値 N_{e2} を越えるときには算定式を切替えることなくそのまま式（２）を基準として供給電圧 V_{fp} を設定するよう電圧制御部 73 に算定式指示信号 $S2$ を出力する。一方、式（２）を基準として供給電圧 V_{fp} が設定されている場合に、切替指示部 77 は、内燃機関の回転数 N_e が第 2 の切替閾値 N_{e2} 以下になると、算定式を式（２）から式（１）に切替え、式（１）を基準として供給電圧 V_{fp} を設定するよう電圧制御部 73 に算定式指示信号 $S2$ を出力する。

[0062] この切替指示部 77 によって算定式の切替時期が調整される結果、内燃機関の回転数 N_e が概ね 800 rpm 未満から 800 rpm 以上に推移するときには、図 4（a）に示すように、例えば、内燃機関の回転数 N_e が第 1 の切替閾値 N_{e1} である 805 rpm のときに電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} が 13 V から 12 V にステップ変化させられる。また、内燃機関の回転数 N_e が概ね 800 rpm 以上から 800 rpm 未満に推移するときには、図 4（b）

に示すように、内燃機関の回転数 N_e が第2の切換閾値 N_{e2} である795rpmのときに電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が12Vから13Vにステップ変化させられる。

[0063] したがって、内燃機関の回転数 N_e が800rpm付近では、内燃機関の回転数 N_e が少なくとも10rpm変化しない限りは、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} がステップ変化しないようになっている。そのため、供給電圧 V_{fp} が12Vと13Vとで繰返し切換えられることがない。

[0064] 3. 電動低圧ポンプの出力制御方法

次に、図2に示す本実施形態の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置40によって行われる電動低圧ポンプ2の出力制御方法について、図5及び図6のフローに基づいて説明する。

この出力制御フローの例では、まず、図5のステップS1で、電圧補正部75が、内燃機関の回転数 N_e に応じて電圧制御部73にあらかじめ設定された供給電圧 V_{fp} の値を、電動低圧ポンプ2の個体差に応じて補正する。

[0065] 図6は、ステップS1を具体的に示すフローであり、まず、ステップS51で、電圧制御部73が電動低圧ポンプ2に定電圧 V_{fp0} を供給するよう、オルタネータに対して指示を出力する。次いで、ステップS52で、電圧補正部75が、電動低圧ポンプ2に通電されている電流値 A_{fp} を検出した後、ステップS53で、当該電流値 A_{fp} に対応する電動低圧ポンプ2の回転数 N_{fp} 及び圧送周波数 F_{fp} を算出する。

[0066] 次いで、ステップS54で、電圧補正部75が、求められた圧送周波数 F_{fp} と、電圧制御部73にあらかじめ設定された定電圧 V_{fp0} 供給時の圧送周波数 F_{fp0} との偏差 ΔF_{fp} を求めた後、ステップS55で、使用している電動低圧ポンプ2において圧送周波数 F_{fp} が F_{fp0} となる供給電圧 V_{fp}' を算出する。

そして、ステップS56で、電圧補正部75が補正係数 $K = V_{fp}' / V_{fp}$ を算出するとともに電圧制御部73に補正係数 K の出力を行い、ステップS57で、電圧制御部73が、あらかじめ設定されている供給電圧 V_{fp} の値に補正係数 K を乗じて、供給電圧 V_{fp} の設定値を更新することで、ステップS1の供

給電圧 V_{fp} の補正が終了する。

- [0067] 図5に戻り、次いで、ステップS2で、回転数判定部71が内燃機関の回転数 N_e を検出する。次いで、ステップS3で、回転数判定部71が、検出された回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満であるか否かを判別する。回転数 N_e が所定値 N_{e0} 以上であれば、低圧燃料通路18a、18bやメインフィルタ4の振動や内燃機関の稼働音等が比較的大きいため、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} を調整する必要性が低いことから、ステップS12に進んで、電圧制御部73が供給電圧 V_{fp} を定電圧 V_{fp0} に設定し、電動低圧ポンプ2のオルタネータに対して制御信号を出力した後、ステップS1に戻る。
- [0068] 一方、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満であれば、ステップS4に進み、切換指示部77が、現在の電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} を設定する基準となる算定式が上記式(1)であるか否かを判別する。現在の供給電圧 V_{fp} が式(1)を基準として設定されている場合、すなわち、前回までの内燃機関の回転数 N_e が概ね800rpm未満であったときには、ステップS5に進み、切換指示部77が、内燃機関の回転数 N_e が第1の切換閾値 N_{e1} である805rpm以上であるか否かを判別する。
- [0069] 内燃機関の回転数 N_e が第1の切換閾値 N_{e1} 未満の場合には、ステップS6に進んで、切換指示部77が、電圧制御部73に対して、そのまま式(1)を基準として供給電圧 V_{fp} の設定を継続するよう指示を出力する。一方、内燃機関の回転数 N_e が第1の切換閾値 N_{e1} 以上の場合には、ステップS7に進んで、切換指示部77が、電圧制御部73に対して、供給電圧 V_{fp} を設定する基準となる算定式を式(1)から式(2)に切換え、式(2)を基準として供給電圧 V_{fp} の設定を行うよう指示を出力する。
- [0070] ステップS4において、現在の電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} を設定する基準となる算定式が上記式(1)でない、すなわち、前回までの内燃機関の回転数 N_e が概ね800rpm以上であり、算定式として式(2)が用いられていると判定されたときには、ステップS8に進み、切換指示部77が、内燃機関の回転数 N_e が第2の切換閾値 N_{e2} である795rpm以下であるか否

かを判別する。

[0071] 内燃機関の回転数 N_e が第2の切換閾値 N_{e2} を超えている場合には、ステップS9に進んで、切換指示部77が、電圧制御部73に対して、そのまま式(2)を基準として供給電圧 V_{fp} の設定を継続するよう指示を出力する。一方、内燃機関の回転数 N_e が第2の切換閾値 N_{e2} 以下の場合には、ステップS10に進んで、切換指示部77が、電圧制御部73に対して、供給電圧 V_{fp} を設定する基準となる算定式を式(2)から式(1)に切換え、式(1)を基準として供給電圧 V_{fp} の設定を行うよう指示を出力する。

[0072] ステップS6、S7、S9又はS10において、電圧制御部73が、供給電圧 V_{fp} を設定する基準となる算定式の指示を受け取った後、ステップS11で、電圧制御部73は、内燃機関の回転数 N_e に応じて規定されている電動低压ポンプ2への供給電圧 V_{fp} を設定し、電動低压ポンプ2のオルタネータに対して制御信号を出力した後、ステップS1に戻る。

[0073] 以上のように行われる電動低压ポンプ2の出力制御方法によれば、内燃機関の回転数 N_e が比較的低いアイドル状態等において、電動低压ポンプ2の n_1 次圧送周波数が高压ポンプ5の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数に近似することが避けられる。したがって、低压燃料通路やメインフィルタにおいて、電動低压ポンプ2に起因する圧力脈動と高压ポンプ5に起因する圧力脈動とが共振することによる、これらの部品の損傷や異音の発生が低減される。

[0074] また、本実施形態で説明した電動低压ポンプ2の出力制御方法であれば、製造時や経時劣化等によって生じる電動低压ポンプ2の個体差によって、同一の供給電圧 V_{fp} 下での圧送周波数 F_{fp} のばらつきが解消されるため、電動低压ポンプ2の n_1 次圧送周波数が高压ポンプ5の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数に近似することが確実に避けられる。

[0075] さらに、本実施形態で説明した電動低压ポンプ2の出力制御方法であれば、電動低压ポンプ2への供給電圧 V_{fp} がステップ変化する領域において、供給電圧 V_{fp} が繰返し切換えられることがないため、制御に追従遅れが生じたり、

レール圧制御が不能になったりすることも防止される。

[0076] [第2の実施の形態]

本発明の第2の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置は、電動低圧ポンプ2の n_1 次圧送周波数が高圧ポンプ5の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数と近似しないように電動低圧ポンプ2の出力を制御するだけでなく、電動低圧ポンプ2の圧送周波数が、流量制御弁8の弁体の往復運動の周波数とも近似しないように電動低圧ポンプ2の出力を制御するように構成されている。

[0077] 図7は、本実施形態の制御装置の電圧制御部に設定された、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} の設定例を説明するための図であり、図7の横軸及び縦軸や、破線及び点線は、図3と同一の内容を表している。この図7には、さらに、流量制御弁8の弁体の往復運動の周波数（約185Hz）が一点鎖線で示されている。

[0078] 本実施形態の制御装置では、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} （＝920rpm）未満の運転領域においては、基本的には、高圧ポンプ5の6次圧送周波数のラインと7次圧送周波数のラインとの間を推移するように、内燃機関の N_e が増加するにつれて電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が比例的に変化する。

[0079] ただし、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が約12.3V近傍になると、電動低圧ポンプ2の圧送周波数と流量制御弁8の弁体の往復運動の周波数とが近似してくることから、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が12Vから12.6Vの間には設定されないようになっている。すなわち、内燃機関の回転数 N_e が820rpmから890rpmの間の運転領域では、供給電圧 V_{fp} の設定値が、高圧ポンプ5の6次圧送周波数のライン以下の領域で、内燃機関の回転数 N_e が増加するに連れて比例的に変化するように切換えられる。

[0080] 図7に示すように電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が設定されていれば、電動低圧ポンプ2に起因する圧力脈動と流量制御弁8に起因する圧力脈動とが低圧燃料通路18a、18bやメインフィルタ4内で共振することも避け

られ、低圧燃料通路 18 a、18 b やメインフィルタ 4 の損傷や異音がさらに低減される。

また、本実施形態の制御装置においても、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} がステップ変化する、内燃機関の回転数 N_e が 820 rpm 及び 890 rpm 付近の運転領域において、内燃機関の回転数 N_e が不安定になって供給電圧 V_{fp} が繰返し切換えられることがないようにすることができる。

[0081] [第 3 の実施の形態]

上述した第 1 及び第 2 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置は、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を一度に大きく変化させることができない場合に適用される構成である。一方、本発明の第 3 の実施の形態にかかる蓄圧式燃料噴射装置の制御装置は、蓄圧式燃料噴射装置に電動低圧ポンプ 2 へ供給する電圧の可変器が備えられている場合等、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を一度に大きく変化させることができる場合に適用可能な構成となっている。

[0082] 1. 蓄圧式燃料噴射装置の制御装置

(1) 回転数判定部及び電圧補正部

本実施形態の制御装置に備えられた回転数判定部及び電圧補正部は、第 1 の実施の形態の制御装置と同様に構成されている。

[0083] (2) 電圧制御部

本実施形態の制御装置に備えられた電圧制御部は、内燃機関の回転数 N_e に応じて、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を第 1 の定電圧 V_{fp1} (第 1 の実施の形態における定電圧 V_{fp0} に相当) と第 2 の定電圧 V_{fp2} とで切換える制御を行う。具体的には、制御装置は、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満のときに電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を第 2 の定電圧 V_{fp2} に設定する一方、内燃機関の回転数 N_e が所定値 N_{e0} 以上のときには、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} を第 1 の定電圧 V_{fp1} に設定するように構成されている。

[0084] 第 2 の定電圧 V_{fp2} は、内燃機関の回転数 N_e が、内燃機関のアイドル状態に近い状態となる所定値 N_{e0} よりも低く、かつ、内燃機関のアイドル状態に想定

し得る回転数 N_e 以上の範囲内において、高圧ポンプ5の n_2 次圧送周波数と電動低圧ポンプ2の n_1 次圧送周波数との共振点が存在しなくなるようにその値が設定されている。

ただし、高圧ポンプ5への低圧燃料の供給量が不足することがないように、第2の定電圧 V_{fp2} は設定される。

[0085] 図8は、内燃機関の回転数 N_e に応じて設定される電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} の設定方法を説明するための図であり、図8の横軸及び縦軸や、破線及び点線は、図3と同一の内容を表している。

この図8で示される本実施形態の供給電圧 V_{fp} の設定例では、内燃機関の回転数 N_e が920rpm以上の領域では、電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} が第1の定電圧 V_{fp1} である13Vに固定される一方、内燃機関の回転数 N_e が920rpm未満の運転領域においては、供給電圧 V_{fp} が第2の定電圧 V_{fp2} である10Vに固定される。したがって、内燃機関の回転数 N_e が920rpm未満の運転領域では高圧ポンプ5の n_2 次圧送周波数と電動低圧ポンプ2の n_1 次圧送周波数とが近似するおそれがない。

[0086] 本実施形態の制御装置の例のように、内燃機関の回転数 N_e が920rpm未満のときに電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} を10Vまで低下させたとしても、内燃機関がアイドル状態に近い状態にあり高圧ポンプ5からコモンレール10への圧送量が比較的少なく済むため、高圧ポンプ5の加圧室5aへの低圧燃料の供給量が不足することはなく、実現可能である。

第2の定電圧 V_{fp2} の設定値は10Vに限られないが、供給電圧の可変器の能力と、高圧ポンプ5の加圧室5aへの低圧燃料の供給量等を考慮して設定されることが好ましい。

[0087] なお、本実施形態の制御装置においても、製造時や経時劣化等によって生じる電動低圧ポンプ2の個体差による、同一の供給電圧 V_{fp} 下での圧送周波数のばらつきを解消して圧力脈動の共振を確実に防止するために、電圧制御部73に設定される供給電圧 V_{fp} の値は、電圧補正部75で求められる補正係数 K を用いて、電動低圧ポンプ2の個体差に応じて補正されるようになってい

る。

[0088] (3) 切換指示部

本実施形態の制御装置に備えられた切換指示部は、基本的には、第1の実施の形態の制御装置に備えられた切換指示部と同様の機能を有している。ただし、第1の実施の形態の制御装置の切換指示部は、電動低圧ポンプ2への供給電圧Vfpがステップ変化する、内燃機関の回転数Neが800rpm付近の運転領域において、内燃機関の回転数Neが不安定になって供給電圧Vfpが繰返し切換えられることがないようにされているが、本実施形態の制御装置の切換指示部は、供給電圧Vfpが第1の定電圧Vfp1と第2の定電圧Vfp2とで切換えられる、内燃機関の回転数Neが920rpm付近の運転領域において、内燃機関の回転数Neが不安定になって供給電圧Vfpが繰返し切換えられることがないように構成されている。

[0089] 2. 電動低圧ポンプの出力制御方法

次に、本実施形態の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置40によって行われる電動低圧ポンプ2の出力制御方法について、図9のフローに基づいて説明する。

この出力制御フローの例では、まず、ステップS21で、第1の実施の形態の出力制御フローのステップS1と同様に、内燃機関の回転数Neに応じて電圧制御部にあらかじめ設定された供給電圧Vfpの値を補正する。

[0090] 次いで、ステップS22で回転数判定部が内燃機関の回転数Neを検出した後、ステップS23で、切換指示部が、現在の電動低圧ポンプ2への供給電圧Vfpの設定が第1の定電圧Vfp1であるか否かを判別する。現在の供給電圧Vfpの設定が第1の定電圧Vfp1である場合には、ステップ24に進み、切換指示部が、ステップS22で検出された内燃機関の回転数Neが第2の切換閾値Ne2である915rpm以下であるか否かを判別する。

[0091] 内燃機関の回転数Neが第2の切換閾値Ne2を超えている場合には、ステップS25に進んで、切換指示部が、電圧制御部に対して、供給電圧Vfpを第1の定電圧Vfp1のままで維持するよう指示を出力する。一方、内燃機関の回転数N

eが第2の切換閾値 Ne_2 以下である場合には、ステップS26に進んで、切換指示部が、電圧制御部に対して、供給電圧 V_{fp} を第2の定電圧 V_{fp2} に切換えるよう指示を出力する。

[0092] ステップS23において、現在の電動低圧ポンプ2への供給電圧 V_{fp} の設定が第1の定電圧 V_{fp1} でない、すなわち、第2の定電圧 V_{fp2} である場合には、ステップS27に進み、切換指示部が、ステップS22で検出された内燃機関の回転数 Ne が第1の切換閾値 Ne_1 である925rpm以上であるか否かを判別する。

[0093] 内燃機関の回転数 Ne が第1の切換閾値 Ne_1 未満の場合には、ステップS28に進んで、切換指示部が、電圧制御部に対して、供給電圧 V_{fp} を第2の定電圧 V_{fp2} のままで維持するよう指示を出力する。一方、内燃機関の回転数 Ne が第1の切換閾値 Ne_1 以上である場合には、ステップS29に進んで、切換指示部が、電圧制御部に対して、供給電圧 V_{fp} を第1の定電圧 V_{fp1} に切換えるよう指示を出力する。

[0094] ステップS25、S26、S28又はS29において、電圧制御部が、供給電圧 V_{fp} の指示を受け取った後、ステップS30で、電圧制御部は、電動低圧ポンプ2のオルタネータに対して制御信号を出力した後、ステップS21に戻る。

[0095] 以上のように行われる本実施形態の電動低圧ポンプ2の出力制御方法においても、内燃機関の回転数 Ne が比較的低いアイドリング状態等において、電動低圧ポンプ2の n_1 次圧送周波数が高圧ポンプ5の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数に近似することが避けられる。したがって、低圧燃料通路やメインフィルタにおいて、電動低圧ポンプ2に起因する圧力脈動と高圧ポンプ5に起因する圧力脈動とが共振することによる、これらの部品の損傷や異音の発生が低減される。

[0096] また、本実施形態で説明した電動低圧ポンプ2の出力制御方法であれば、製造時や経時劣化等によって生じる電動低圧ポンプ2の個体差によって、同一の供給電圧 V_{fp} 下での圧送周波数 F_{fp} のばらつきが解消されるため、電動低

圧ポンプ 2 の n_1 次圧送周波数が高圧ポンプ 5 の駆動によって生じる燃料の圧力脈動の n_2 次周波数に近似することが確実に避けられる。

- [0097] また、本実施形態で説明した電動低圧ポンプ 2 の出力制御方法であれば、電動低圧ポンプ 2 への供給電圧 V_{fp} がステップ変化する領域において、供給電圧 V_{fp} が繰返し切換えられることがないため、制御に追従遅れが生じたり、レール圧制御が不能になったりすることも防止される。

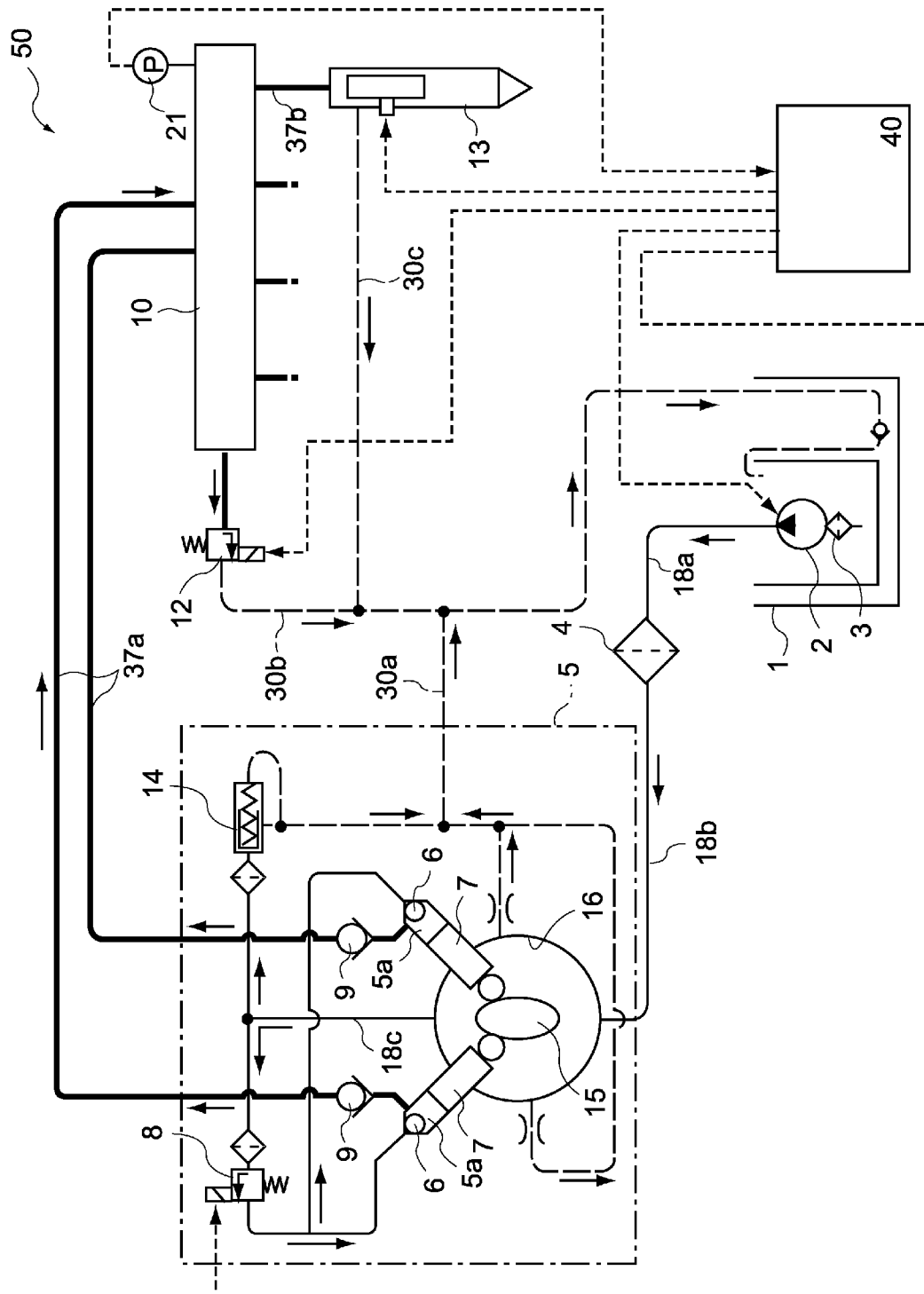
請求の範囲

- [請求項1] 燃料タンク内の燃料を電動低圧ポンプで圧送するとともに前記燃料を高圧ポンプで加圧して複数の燃料噴射弁が接続されたコモンレールに圧送し、内燃機関の気筒内に前記燃料を噴射する蓄圧式燃料噴射装置の制御を行う蓄圧式燃料噴射装置の制御装置において、
- 前記電動低圧ポンプの n_1 次（ n_1 は1以上の整数）圧送周波数が前記高圧ポンプの駆動によって生じる前記燃料の圧力脈動の n_2 次（ n_2 は1以上の整数）周波数と近似しないように前記電動低圧ポンプの出力を制御する低圧ポンプ出力制御部を備えることを特徴とする蓄圧式燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項2] 前記低圧ポンプ出力制御部が、前記内燃機関の回転数又は前記高圧ポンプの回転数を検出するとともに、前記内燃機関の回転数又は前記高圧ポンプの回転数に応じて前記電動低圧ポンプの出力を制御することを特徴とする請求項1に記載の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項3] 前記電動低圧ポンプの出力が所定量以上変更される領域では、前記低圧ポンプ出力制御部が、前記内燃機関の回転数又は前記高圧ポンプの回転数が所定量以上変化したときに前記電動低圧ポンプの出力を変更することを特徴とする請求項2に記載の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項4] 前記低圧ポンプ出力制御部が、前記内燃機関のアイドル状態において前記電動低圧ポンプの出力を制御することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の蓄圧式燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項5] 前記低圧ポンプ出力制御部が、
- 前記内燃機関の回転数又は前記高圧ポンプの回転数を検出する回転数検出部と、
- 前記電動低圧ポンプの前記 n_1 次圧送周波数が前記高圧ポンプの n_2 次圧送周波数と近似しないように、前記内燃機関又は高圧ポンプの回転数に応じて前記電動低圧ポンプへの供給電圧を制御する電圧制御部

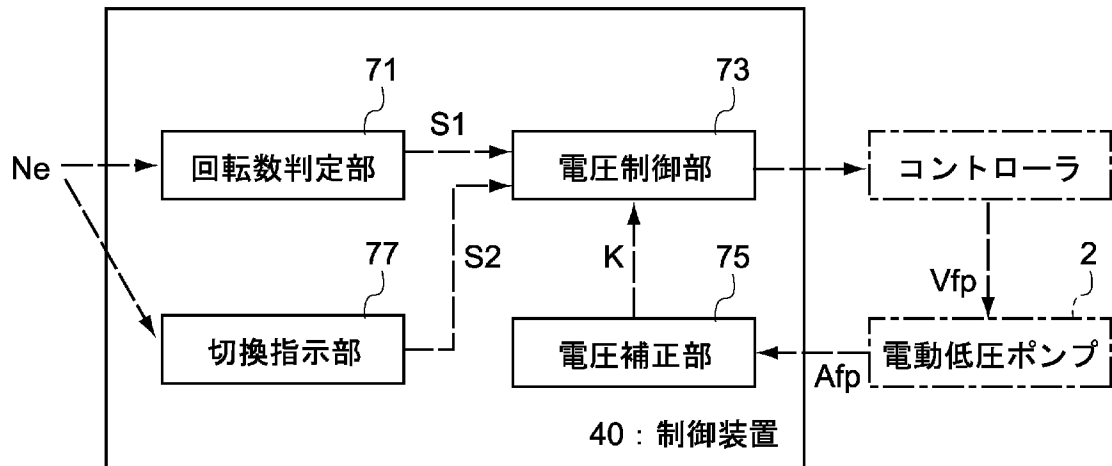
と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄圧式燃料噴射装置の
制御装置。

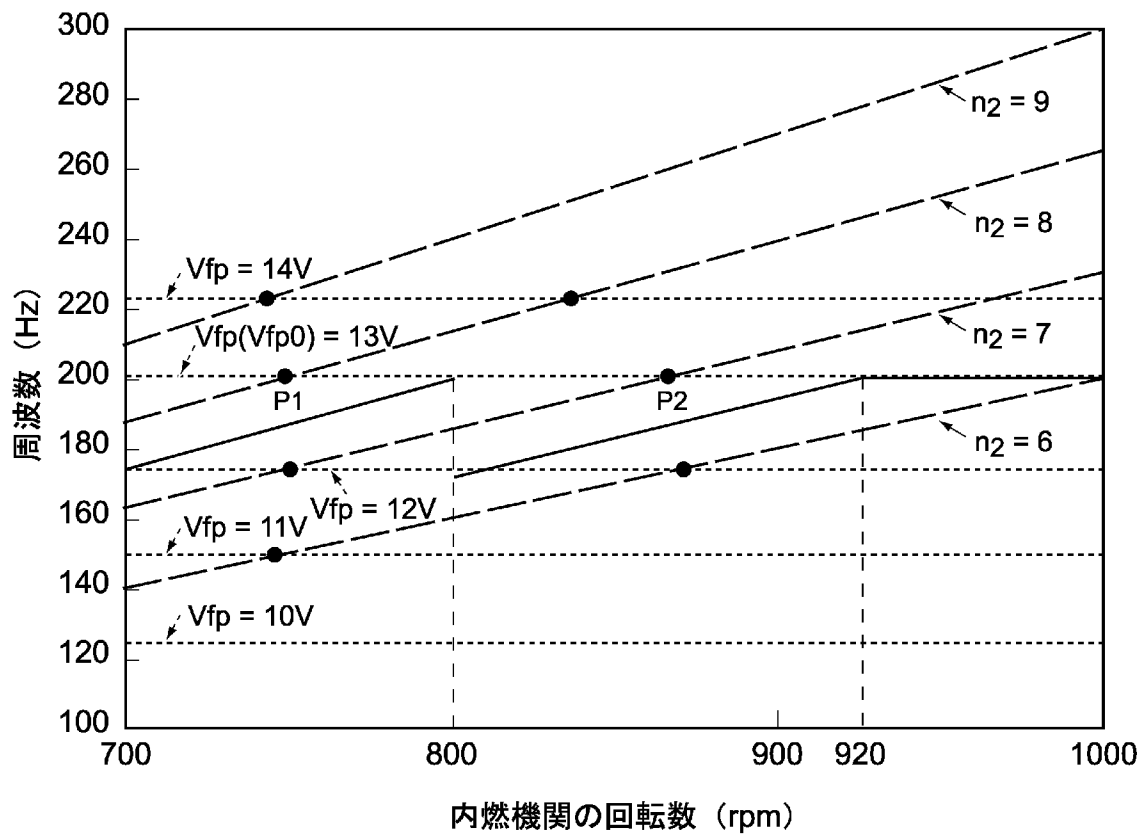
[図1]



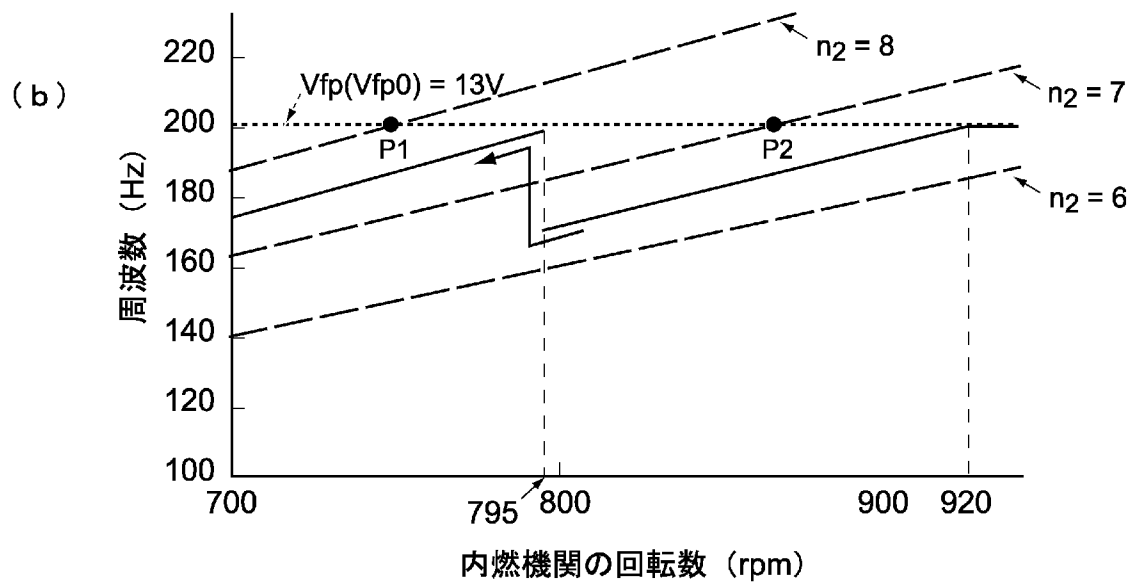
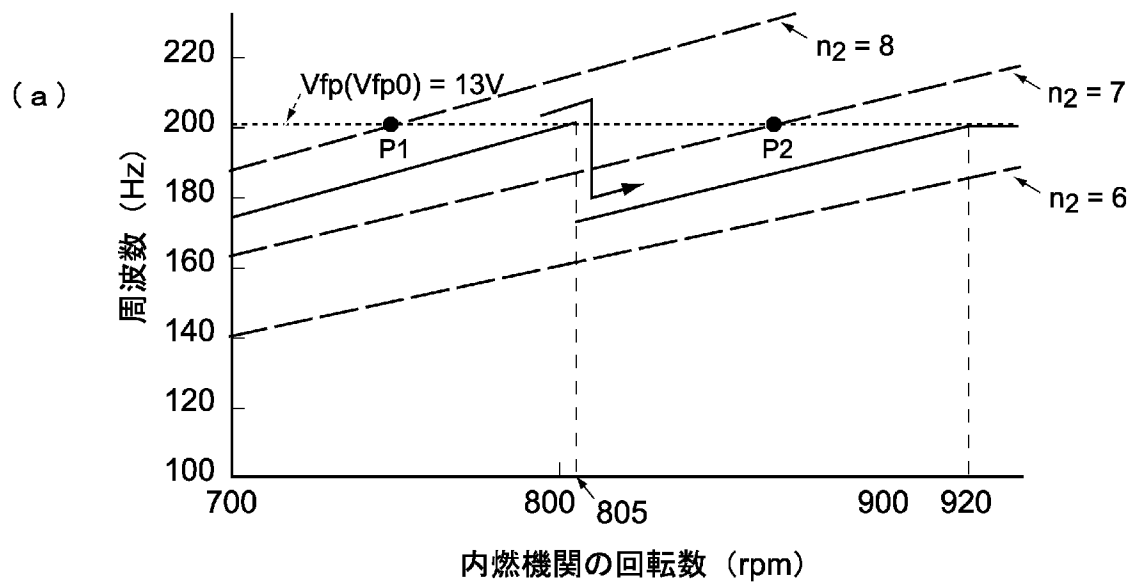
[図2]



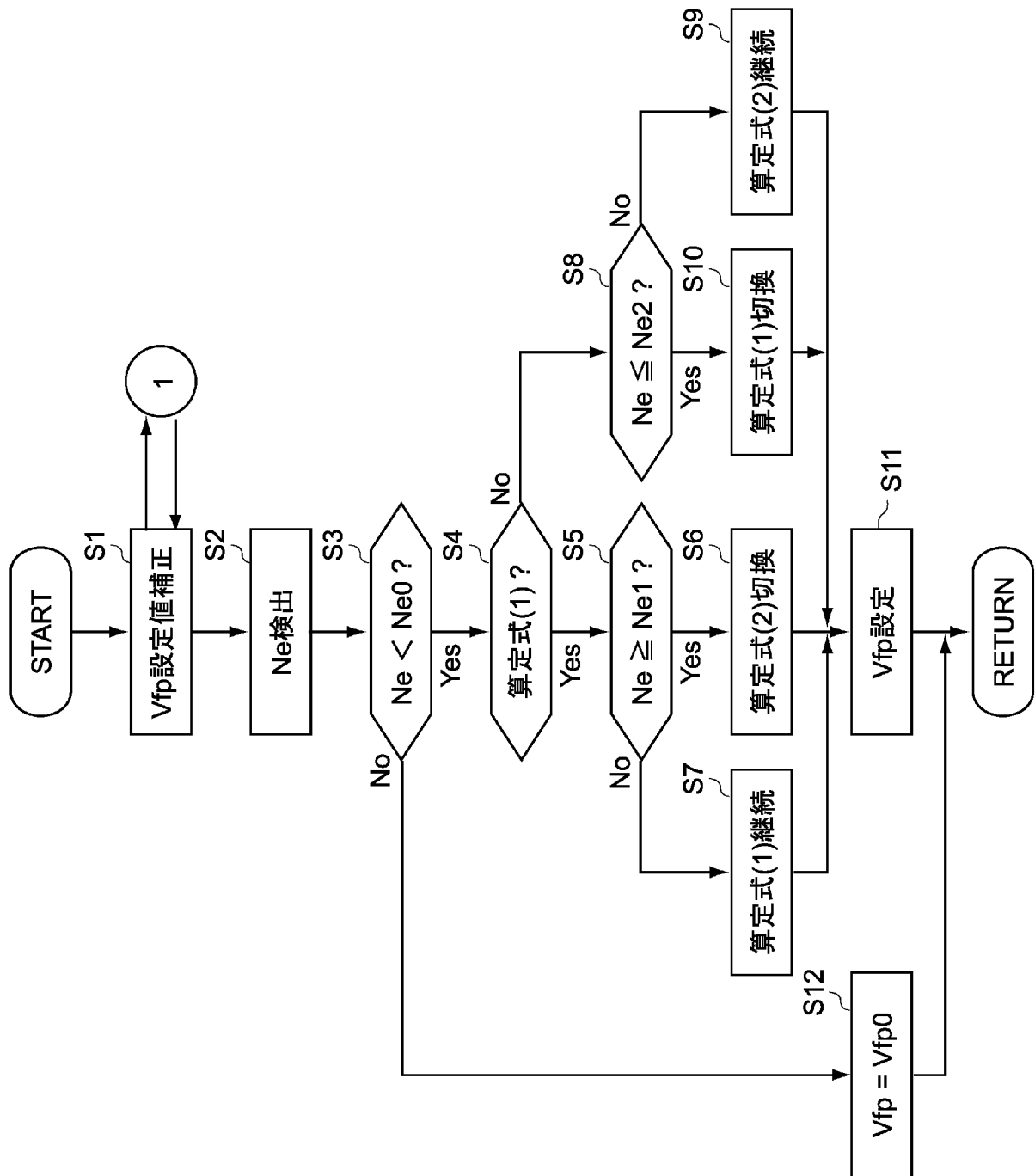
[図3]



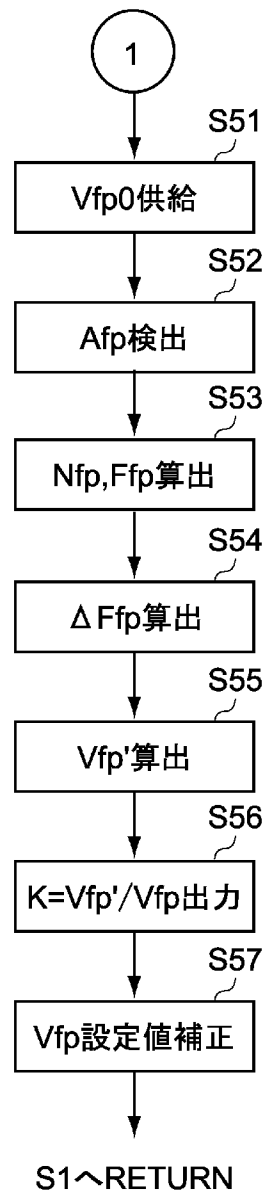
[図4]



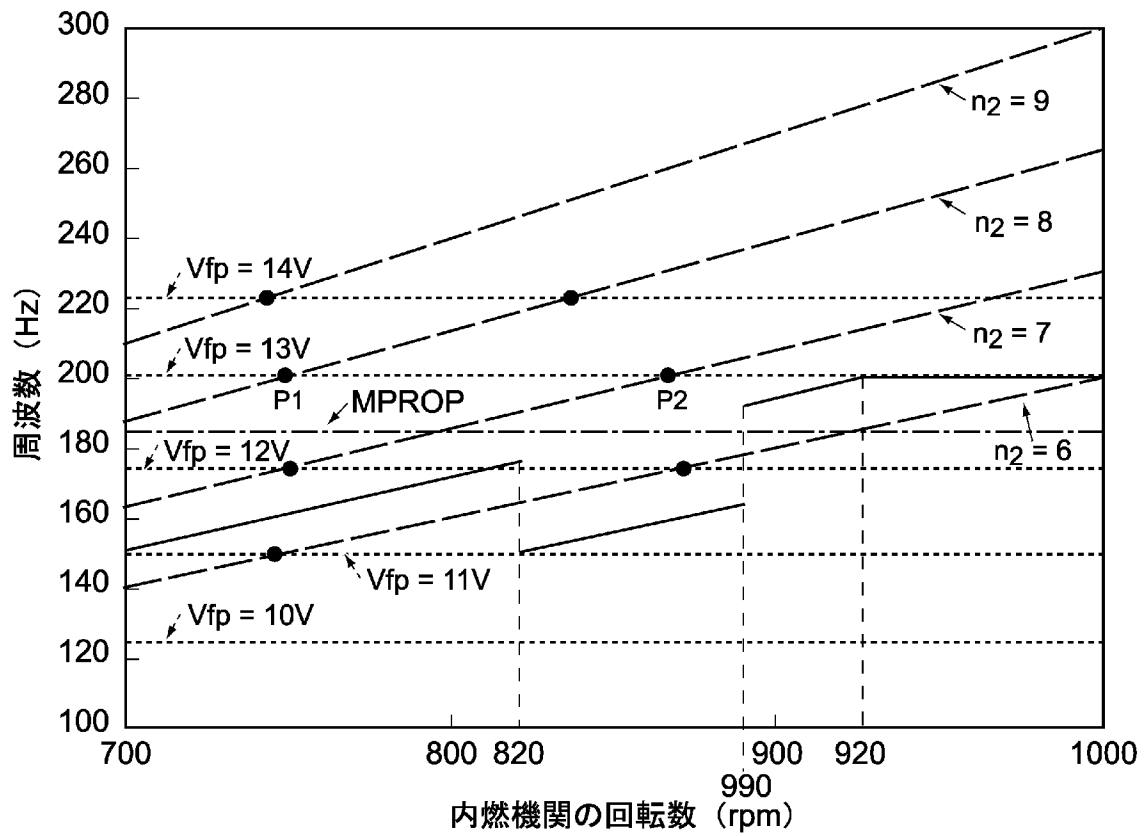
[図5]



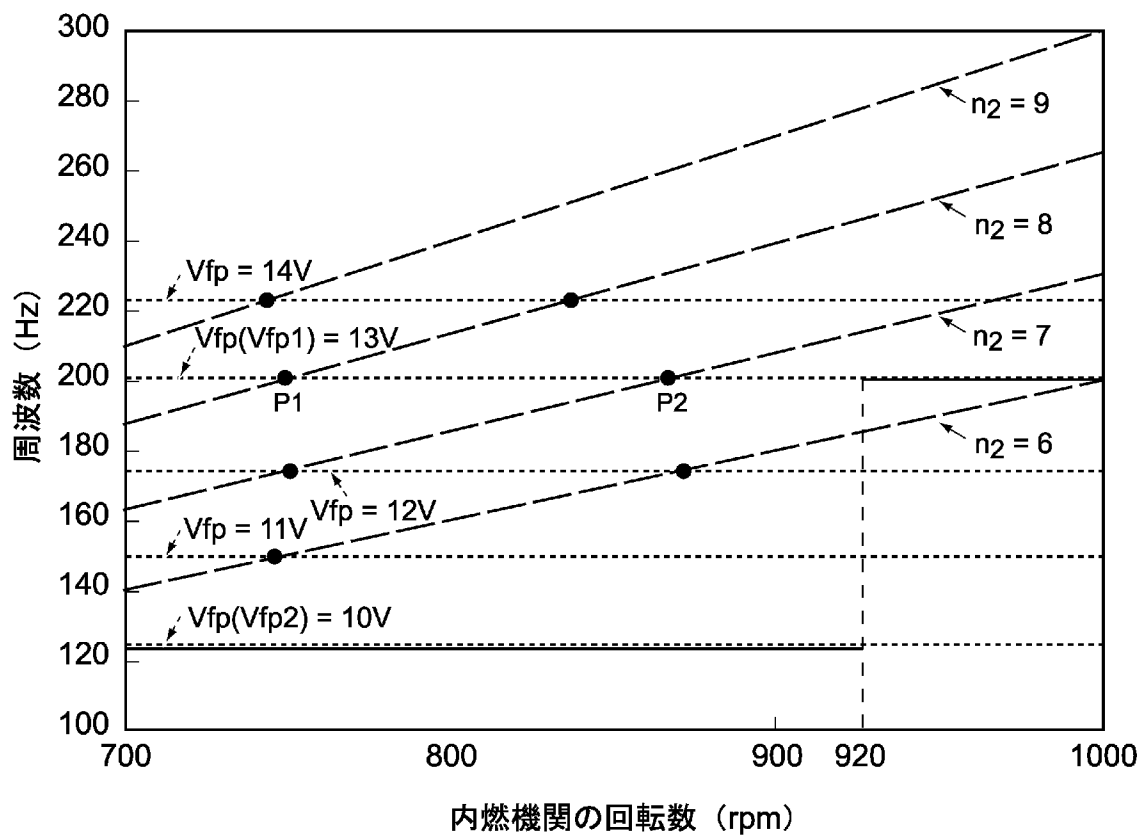
[図6]



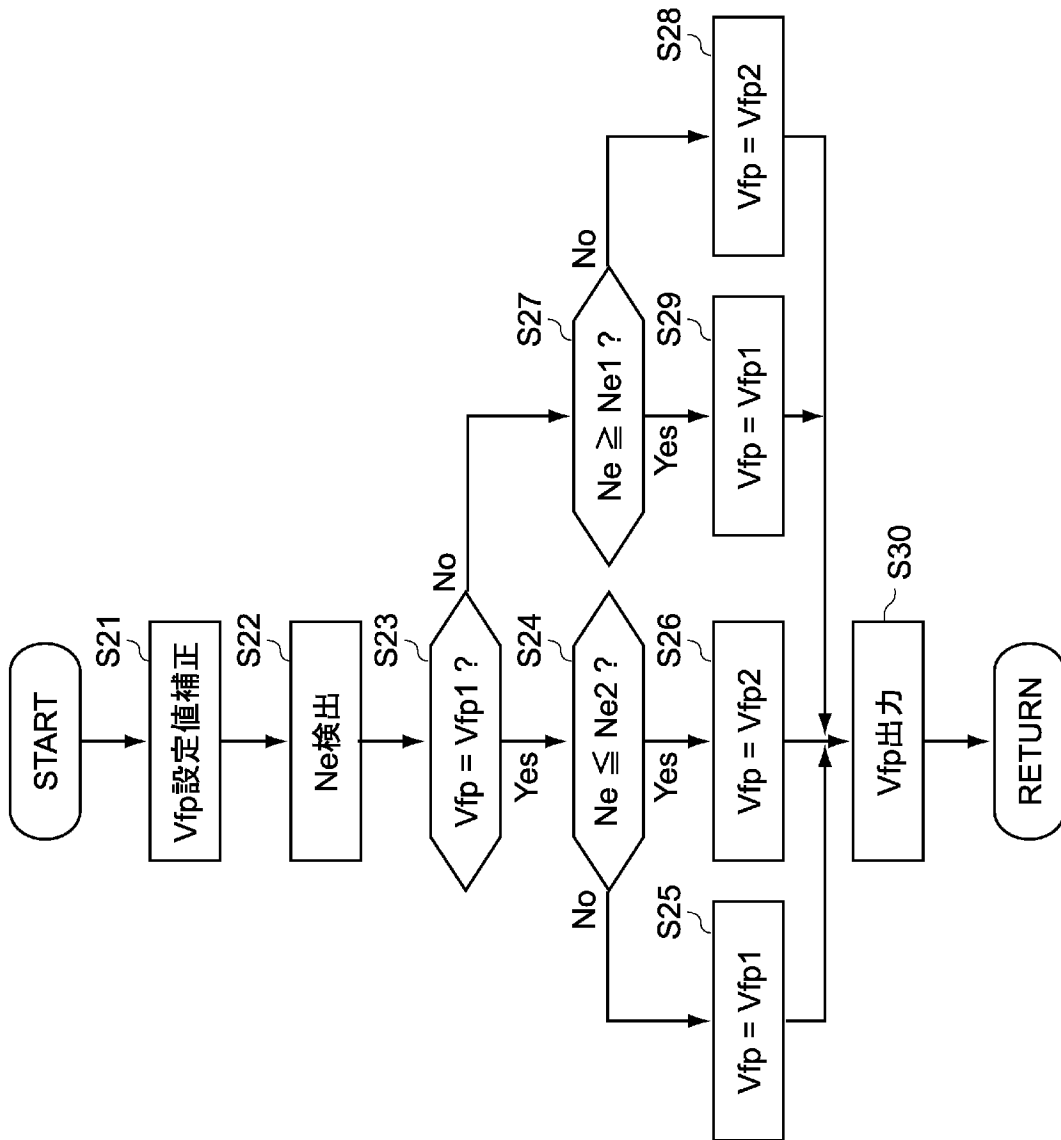
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M37/08 (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)

F02M37/08

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
Y	JP 2009-2262 A (Toyota Motor Corp.), 08 January, 2009 (08.01.09), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
Y	JP 2007-32454 A (Toyota Motor Corp.), 08 February, 2007 (08.02.07), Par. Nos. [0008], [0009]; Fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-295337 A (Nippon Soken, Inc., Toyota Motor Corp.), 09 October, 2002 (09.10.02), Par. No. [0017]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5

☒ 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
07 August, 2009 (07.08.09)

Date of mailing of the international search report
18 August, 2009 (18.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059400

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-180172 A (Nippondenso Co., Ltd.), 20 July, 1993 (20.07.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02M37/08 (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. F02M37/08

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
Y	JP 2009-2262 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.01.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2007-32454 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.02.08, 【0008】, 【0009】, 図 1 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-295337 A (株式会社日本自動車部品総合研究所, トヨタ自動車株式会社) 2002.10.09, 【0017】, 図 1, 2 (ファミリーなし)	1-5

☒ 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

0 7 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 0 9

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)

佐々木 芳枝

3 J

9 1 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8

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
Y	JP 5-180172 A (日本電装株式会社) 1993.07.20, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-5