

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4206563号
(P4206563)

(45) 発行日 平成21年1月14日(2009.1.14)

(24) 登録日 平成20年10月31日(2008.10.31)

(51) Int. Cl.	F 1		
FO2D 41/20	(2006.01)	FO2D 41/20	395
FO2D 41/04	(2006.01)	FO2D 41/04	395
FO2M 47/00	(2006.01)	FO2M 47/00	E
FO2M 59/46	(2006.01)	FO2M 59/46	Y

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平11-173037	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成11年6月18日(1999.6.18)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2001-3791(P2001-3791A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成13年1月9日(2001.1.9)	(74) 代理人	100123191
審査請求日	平成17年8月24日(2005.8.24)		弁理士 伊藤 高順
前置審査		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(74) 代理人	100147234
			弁理士 永井 聡
		(74) 代理人	100096998
			弁理士 碓氷 裕彦
		(72) 発明者	嶋 延彦
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の回転に同期してフィードポンプから供給された燃料を吸入すると共に、該吸入した燃料を内燃機関に噴射供給可能な高圧に加圧して吐出する燃料噴射ポンプと、

ソレノイドへの通電電流量に応じて変位する弁体を備え、該弁体の位置に応じて開口面積が変化する電磁弁からなり、前記フィードポンプから前記燃料噴射ポンプへの燃料供給経路に設けられて、前記開口面積の変化によって前記燃料噴射ポンプに吸入される燃料量を調量する調量弁と、

前記燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が内燃機関の運転状態に応じた目標状態となるように、前記調量弁のソレノイドへの通電電流量をデューティ制御することにより、前記弁体を所望位置に変位させて前記調量弁の開口面積を制御し、

前記燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を制御する制御手段と、

前記燃料噴射ポンプは、内燃機関の各気筒に設けられた燃料噴射弁に供給するための高圧燃料を蓄える蓄圧室に燃料を供給するよう構成され、前記制御手段は、前記蓄圧室内の実燃料圧力と、前記燃料噴射弁から内燃機関に噴射供給する際の目標燃料噴射量及び目標燃料圧力と、内燃機関の回転速度とに基づき、前記燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が前記蓄圧室内の実燃料圧力を前記目標燃料圧力に制御するのに必要な目標状態となるように、前記ソレノイドへの通電電流量をデューティ制御する燃料噴射装置において、

前記調量弁の前記弁体は、前記デューティ制御による前記調量弁への電流の振幅に伴い変動する弁体であり、

前記制御手段が前記デューティ制御によって前記燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態を大きく変化させる制御の過渡時を判定し、過渡時判定後は、所定時間、前記制御手段による前記デューティ制御の制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更する制御周波数変更手段を設け、

前記制御周波数変更手段は、前記目標燃料噴射量、目標燃料圧力、及び内燃機関の回転速度の少なくとも一つの変化量が予め設定された過渡判定値を越えたときに、前記制御の過渡時を判定して、前記制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

前記制御周波数変更手段は、前記制御の過渡時を判定してから、前記制御手段の制御動作によって前記燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達するのに要する時間よりも短い所定時間だけ、前記制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更することを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の回転に同期して燃料の吸入・吐出を行う燃料噴射ポンプからの燃料の吐出状態を、該燃料噴射ポンプに吸入される燃料量を調量することにより制御する燃料噴射装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来、この種の燃料噴射装置では、例えば特開昭 59 - 65523 号公報に開示されているように、燃料タンクから燃料を汲み出すフィードポンプから燃料噴射ポンプに至る燃料供給経路に調量弁を設け、この調量弁を周期的に開閉させると共に、その開閉時間を制御することにより、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を調量している。

【0003】

しかし、こうした調量弁の開閉制御では、全閉状態から全開状態或いはその逆方向へと調量弁を開閉させるため、開弁時間の変化に対する吸入燃料量の変化量が大きくなる。このため、調量弁の開弁時間を変化させることにより調量可能な吸入燃料量の変化幅が大きくなり、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を高精度に制御することができないといった問題があった。

30

【0004】

そこで、本願出願人は、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量（延いては燃料噴射ポンプからの燃料の吐出量）を高精度に制御するために、調量弁の制御を、上述した従来の開閉制御から、開口面積の制御に変更することを提案した（特願平 10 - 104714 号）。

【0005】

つまり、この提案の装置では、調量弁として、ソレノイドへの通電電流量に応じて開口面積が変化する電磁弁を使用し、調量弁のソレノイドへの通電電流量を制御することにより、調量弁の開口面積、延いては、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を、内燃機関の運転状態に応じて緻密に制御できるようにしている。

40

【0006】

そして、このようにソレノイドへの通電電流量を制御する際には、通常、一制御周期当たりのソレノイドへの通電時間割合（デューティ比）を設定し、その設定したデューティ比に基づき、予め設定された制御周期毎に、所定時間、ソレノイドへの通電を行う、デューティ制御（換言すれば PWM 制御）が利用される。

【0007】

ところで、こうしたデューティ制御によって調量弁の開口面積を制御するに当たっては、デューティ制御の制御周波数を低く設定し過ぎると（換言すれば制御周期を長くし過ぎると）、下記 1 , 2 の問題が生じ、逆に、制御周波数を高く設定し過ぎると（換言すれば制御周期を短くし過ぎると）、下記 3 , 4 の問題が発生する。

50

【 0 0 0 8 】

1 デューティ制御の制御周波数を低周波数に設定した低周波数制御の場合（図 6（a）参照）には、制御周波数を高周波数に設定した高周波数制御（図 6（b）参照）の場合に比べて、ソレノイドへの通電電流（ソレノイド電流）の振幅が大きくなる。このため、図 6（c）、（d）から明らかなように、低周波数制御の場合には、高周波数制御の場合に比べて、調量弁においてソレノイド電流に応じて変位する弁体の動きが不安定となり、延いては、燃料噴射ポンプからの燃料の吐出量がばらつくことになる。従って、デューティ制御の制御周波数を低く設定し過ぎると、燃料噴射ポンプからの燃料の吐出量を安定させることができなくなる。

【 0 0 0 9 】

2 上記デューティ制御は、一制御周期当たりのソレノイドへの通電時間（デューティ比）を制御することにより、ソレノイドに流れる電流の平均値（平均電流）を制御し、調量弁の弁体の位置を制御するものであるが、制御装置側での演算によってデューティ比（Duty）が変化してから、そのデューティ比が実際に制御に反映されるのは、デューティ制御の一制御周期が完了して、次の制御周期に移行してからである。つまり、制御装置側での演算によってデューティ比が変化してから、そのデューティ比がソレノイド電流に反映されるまでには応答遅れがある。そして、図 7（a）に示すように、低周波数制御の場合には、図 7（b）に示す高周波数制御の場合に比べて、一制御周期の時間が長くなるので、応答遅れ時間も長くなり易い。このため、デューティ制御の制御周波数を低く設定し過ぎると、制御の応答性が低下し、燃料噴射ポンプからの燃料の吐出量を内燃機関の運転状態に応じて速やかに制御することができなくなる。

【 0 0 1 0 】

3 一方、デューティ制御では、一制御周期当たりのソレノイドへの通電時間（デューティ比）を制御することにより、ソレノイド電流を制御するが、こうしたデューティ制御のための駆動信号（駆動パルス）を、マイクロコンピュータ等のデジタル回路からなる制御装置から出力するよう構成した場合には、駆動パルスの最小変化量が、制御装置のパルス出力分解能に依存することになる。そして、この場合には、デューティ制御の制御周波数を高くすればするほど（換言すれば制御周期を短くすればするほど）、制御可能なデューティ比の分解能が荒くなり、制御精度が低下する。

【 0 0 1 1 】

つまり、例えば、制御装置のパルス出力分解能が 1 msec.である場合、デューティ制御の制御周期を 10 msec.に設定すると、ソレノイド電流を 10%の分解能でデューティ制御できることになるが、同じ制御装置を使って、5 msec.の制御周期でソレノイド電流をデューティ制御するようにすると、デューティ制御の分解能は 20%となり、ソレノイド電流の制御精度が低下する。

【 0 0 1 2 】

従って、制御装置として、一般的な燃料噴射装置で用いられているマイクロコンピュータを使用する場合には、デューティ制御の制御周波数を高く設定し過ぎると、ソレノイド電流（延いては燃料噴射ポンプからの燃料の吐出量）の制御精度が低下する。

【 0 0 1 3 】

4 また、調量弁のソレノイド電流をデューティ制御する場合、制御周波数を高くすると、図 8（b）に示すように、調量弁開弁時のデューティ比（Duty）変化に対する弁開度（リフト量）の増加特性と、調量弁閉弁時のデューティ比（Duty）変化に対する弁開度（リフト量）の低下特性とが異なる、所謂ヒステリシス現象が発生し、デューティ比が同じであっても、調量弁の開弁時と閉弁時とで、その開口面積（延いては燃料噴射ポンプの燃料の吐出量）を一義的に制御することができなくなる。

【 0 0 1 4 】

このため、制御周波数一定のデューティ制御によって調量弁のソレノイド電流（延いては調量弁の開口面積）を高精度に制御するには、図 8（a）に示すように、弁体の開・閉弁特性にヒステリシスが発生しない程度の低周波数制御にて、ソレノイド電流をデューティ

10

20

30

40

50

制御する必要がある。

【0015】

従って、調量弁の開口面積を制御するためにソレノイド電流をデューティ制御するに当たっては、デューティ制御の制御周波数を、上記各問題 1 ~ 4 が発生しないように設定する必要があり、実際に、デューティ制御によって調量弁のソレノイドへの通電電流量を制御する際には、制御対象となる燃料噴射装置の動作特性に適合した最適値となるように、デューティ制御の制御周波数を設定することになる。

【0016】

しかしながら、デューティ制御の制御周波数を、制御対象となる燃料噴射装置の全運転条件下で最適値に適合させることは困難であり、設計者が制御周波数を設定する際に、定常時の制御性（換言すれば制御の安定性）を重視するか、過渡時の制御性（換言すれば制御の応答性）を重視するかで、制御特性が異なることになる。つまり、制御の安定性を重視して制御周波数を設定した場合には、制御の応答性が悪くなり、逆に、制御の応答性を重視して制御周波数を設定した場合には、制御の安定性が悪くなるという問題が発生する。

10

【0017】

尚、上記 4 のヒステリシス現象に伴う制御精度の低下を防止するための技術として、特開昭57-157878号公報、特開昭62-165083号公報等には、ソレノイド電流をデューティ制御する際に、駆動パルスのデューティ比に応じて制御周波数を変化させる（具体的には、デューティ比が小さい場合や大きい場合には、制御周波数を低くすることにより、一制御周期当たりのソレノイドへの通電時間或いは通電停止時間を確保し、上述したヒステリシス現象の発生を防止することが開示されているが、こうした制御周波数の可変制御では、制御が定常状態であっても過渡状態であっても制御周波数がデューティ比に応じて一義的に設定されるので、制御の応答性と安定性とを共に確保することはできない。

20

【0018】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、燃料噴射ポンプからの燃料の吐出状態を、燃料噴射ポンプに吸入される燃料量を調量することにより制御する燃料噴射装置において、定常時の制御性（制御の安定性）及び過渡時の制御性（制御の応答性）を共に確保し、燃料噴射ポンプからの燃料の吐出状態を常に最適に制御できるようにすることを目的とする。

30

【0019】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するためになされた請求項1記載の燃料噴射装置においては、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を調量する調量弁として、ソレノイドへの通電電流量に応じて変位する弁体を備え、この弁体の位置に応じて開口面積が変化する電磁弁が使用される。そして、制御手段が、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が内燃機関の運転状態に応じた目標状態となるように、この調量弁のソレノイドへの通電電流量をデューティ制御する。

つまり、制御手段は、調量弁のソレノイドへの通電電流量をデューティ制御することにより、弁体を所望位置に変位させて調量弁の開口面積を制御し、この開口面積によって、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が内燃機関の運転状態に応じた目標状態となるように、燃料噴射ポンプへの吸入燃料量を制御する。

40

そして、制御手段がデューティ制御によって燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態を大きく変化させる、制御の過渡時には、制御周波数変更手段が、その旨を判定して、その後、所定時間、制御手段によるデューティ制御の制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更する。

【0020】

つまり、本発明では、デューティ制御の制御周波数を低く設定した場合（換言すれば制御周期を長くした場合）には、ソレノイド電流の振幅が大きくなって、電磁弁における弁体の動きは不安定になるものの、ソレノイドへの通電時間及び非通電時間が共に長くなるので、弁体の動きそのものは速くなる、といった点に着目し、制御の過渡時には、一時的に

50

デューティ制御の制御周波数を低くすることにより、過渡時の応答性を確保するようにしているのである。

【0021】

このため、本発明によれば、定常時の制御周波数を制御の安定性を重視して設定しておけば、定常時の制御の安定性と過渡時の制御の応答性とを共に満足できることになり、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態を常時最適に制御することができるようになる。

【0022】

尚、本発明では、制御の過渡時を判定した際に、その後所定時間だけ、制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更するようにしていることから、過渡時に制御周波数を低周波数に切り換えることによって、上記 2 で説明したように応答性が低下する、といったことはない。

なお、本発明（請求項 1）は、内燃機関の各気筒に設けられた燃料噴射弁に供給するための高圧燃料を蓄える蓄圧室に燃料を供給するように構成された燃料噴射ポンプを備えた、所謂蓄圧式の燃料噴射装置にも適用する。

こうした蓄圧式の燃料噴射装置に本発明を適用する場合、制御手段は、請求項 1 に記載のように、蓄圧室内の実燃料圧力と、燃料噴射弁から内燃機関に噴射供給する際の目標燃料噴射量及び目標燃料圧力と、内燃機関の回転速度とに基づき、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が蓄圧室内の実燃料圧力を目標燃料圧力に制御するのに必要な目標状態となるように、調量弁のソレノイドへの通電電流量をデューティ制御するように構成する。

また次に、制御周波数変更手段において、制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更するには、制御手段によるデューティ制御の過渡時を判定する必要がある。そして、この過渡判定には、例えば、制御手段においてソレノイドへの通電電流量を制御するのに設定されたデューティ比（又はデューティ比に対応した通電時間等のパラメータ）の変化量を用い、その変化量が所定値以上であるとき、制御の過渡時を判定するようにしてもよい。

しかし、制御の過渡時を、ソレノイド電流を実際にデューティ制御するためのデューティ比（又はデューティ比に対応したパラメータ）の変化量から判定するようにしていると、制御周波数を低周波数に変更してから、その変更後の制御周波数でデューティ制御が実行されるまでに、応答遅れが生じることになる。

このため、制御周波数変更手段において、制御の過渡時を判定する際には、制御手段にて設定されたデューティ比（又はデューティ比に対応したパラメータ）を用いるのではなく、このデューティ比を決定するのに使用される制御目標を用いるようにするとよい。つまり、制御目標の変化から、制御の過渡時を判定して、制御周波数を低周波数に変更するようになれば、制御目標が過渡的に変化した直後から、制御目標の変化に対応したデューティ比で、低周波数のデューティ制御を開始することができるようになり、過渡時の応答性を確保することができる。

そして、実際に制御目標の変化から制御の過渡時を判定するには、制御周波数変更手段を、目標燃料噴射量、目標燃料圧力、及び内燃機関の回転速度の少なくとも一つの変化量が予め設定された過渡判定値を越えたときに、制御の過渡時を判定して、制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更するように構成する。

【0023】

ここで、制御周波数を低周波数に変更する期間としては、制御の過渡時を判定してから、制御手段の制御動作によって燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達するまでの時間内であればよいが、この期間を長く設定し過ぎると、燃料吐出状態が目標状態に達してから、燃料吐出状態が目標状態から大きくオーバーシュート或いはアンダシュートしてしまい、燃料吐出状態が目標状態に収束するのに時間がかかるといったことも考えられる。

【0024】

このため、こうした問題を解決して制御の安定性を確保するには、請求項 2 に記載のように、制御周波数変更手段を、制御の過渡時を判定してから、制御手段の制御動作によって燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達するのに要する時間よりも短い所定時

10

20

30

40

50

間だけ、制御周波数を定常時よりも低い周波数に変更するように構成するとよい。

【0025】

つまり、このように制御周波数を低周波数に変更する期間を、制御の過渡時を判定してから、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達するのに要する時間よりも短い時間に設定しておけば、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達する手前で、制御周波数が定常時の高周波数に戻されることになるので、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が目標状態に達する時点では、弁体の挙動が安定し、燃料噴射ポンプからの燃料吐出状態が速やかに目標状態に収束することになる。

【0032】

尚、本発明（請求項1～請求項2）は、ディーゼル機関に設けられた燃料噴射弁からの燃料噴射量を制御するための燃料噴射装置に適用できるのはいうまでもないが、例えば、ガソリンを内燃機関の気筒内に直接噴射する直噴式のガソリンエンジン等、ディーゼル機関以外の内燃機関に燃料を噴射供給するための燃料噴射装置にも適用できる。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。

まず図1は実施例の蓄圧式燃料噴射装置全体の構成を表す概略構成図である。図1に示す如く本実施例の蓄圧式燃料噴射装置1は、6気筒のディーゼル機関2の各気筒に燃料を噴射供給する燃料噴射弁（インジェクタ）3と、インジェクタ3に供給する高圧燃料を蓄える蓄圧室（コモンレール）4と、コモンレール4に高圧燃料を圧送する燃料供給装置5と、これらを制御する電子制御装置（ECU）6とを備える。

【0034】

ECU6は、CPU、ROM、RAM等を中心とするマイクロコンピュータからなり、回転速度センサ7、アクセルセンサ8等にて検出されたディーゼル機関2の運転状態を表す各種パラメータ（回転速度NE、アクセル開度ACC等）を取り込み、ディーゼル機関2の燃焼状態をこの検出された運転状態に応じた最適状態に制御するための目標燃料圧力（目標コモンレール圧PFIN）を算出し、コモンレール4に設けられたコモンレール圧センサ9にて検出された実燃料圧力（実コモンレール圧Pc）が目標コモンレール圧PFINと一致するように燃料供給装置5を駆動制御する、コモンレール圧のフィードバック制御を行う。

【0035】

そして、燃料供給装置5は、ECU6からの制御指令に従って、燃料タンク10に蓄えられた燃料を汲み出すフィードポンプ11からの低圧燃料を吸入すると共に、この吸入した燃料を高圧に加圧し、加圧後の高圧燃料を給油配管12を介して、コモンレール4に圧送する。

【0036】

一方、各インジェクタ3は、配管13によって、高圧燃料を蓄圧したコモンレール4と連結されている。そして、各インジェクタ3に配設されたコントロール弁14を開閉動作することで、このコモンレール4にて蓄圧されて目標コモンレール圧PFINとなった高圧燃料が、ディーゼル機関2の各気筒の燃焼室へ噴射される。

【0037】

インジェクタ3のコントロール弁14の開閉動作は、ECU6からのインジェクタ制御指令に基づいて実行される。このインジェクタ制御指令は、燃料噴射量や燃料噴射時期を調節するためのものであって、回転速度センサ7やアクセルセンサ8等からの検出信号に基づいて算出され、回転速度センサ7や図示しない気筒判別センサ等からの検出信号に基づく所定のタイミングでECU6から出力される。

【0038】

次に、燃料供給装置5の構成を図2に基づき説明する。

図2に示す如く、本実施例の燃料供給装置5は、本発明の燃料噴射ポンプとしてのロータリポンプ20と、ロータリポンプ20に吸入される燃料量（吸入燃料量）を調量する調量

10

20

30

40

50

弁40とから構成される。

【0039】

ロータリポンプ20は、ディーゼル機関2の回転軸に連結された駆動軸22と、この駆動軸22の周囲に120度間隔で放射状に配置された3個のシリンダ24a, 24b, 24cと、各シリンダ内24a~24c内に摺動自在に設けられたプランジャ26a, 26b, 26cとを備える。

【0040】

そして、各プランジャ26a~26cの駆動軸22側には、ロッド28a, 28b, 28cが突設され、各ロッド28a~28cの先端には、駆動軸22の周囲に偏心して設けられた偏心カム30に当接される当接部32a, 32b, 32cが設けられ、更に、各当接部32a~32cと各シリンダ24a~24cとの間には、プランジャ26a~26cを駆動軸22方向に付勢するスプリング34a, 34b, 34cが設けられている。

10

【0041】

このため、ロータリポンプ20においては、ディーゼル機関2が1回転する度に、駆動軸22, 延いては偏心カム30が1回転し、各プランジャ26a~26cが各シリンダ24a~24c内を1往復することになる。また、各シリンダ24a~24cは120度間隔で放射状に配置されているため、各シリンダ24a~24c内での各プランジャ24a~24cの移動は、ディーゼル機関2の120度A分、位相がずれることになる。

【0042】

次に、シリンダ24a~24cの駆動軸22とは反対側端部には、夫々、プランジャ26a~26cが駆動軸22側に移動したときに、シリンダ24a~24c内に燃料を吸入するための吸入孔H1と、プランジャ26a~26cが駆動軸22とは反対側に移動したときに、シリンダ24a~24c内の燃料を加圧して吐出するための排出孔H2とが夫々形成されている。

20

【0043】

そして、これら各シリンダ24a~24cの排出孔H2は、夫々、シリンダ24a~24cへの燃料の逆流を阻止する逆止弁36a, 36b, 36cを介して、給油配管12に接続されている。このため、燃料供給装置5からコモンレール4には、ディーゼル機関2の1回転あたりに3回の割で、高圧燃料が供給されることになる。

【0044】

一方、調量弁40は、ロータリポンプ20の各プランジャ26a~26cが駆動軸22側に移動して各シリンダ24a~24c内に燃料を吸入する際に、各シリンダ24a~24c内に流入する燃料量(吸入燃料量)を調量するためのものであり、ロータリポンプ20への燃料供給通路の一部を形成するシリンダ42と、このシリンダ42内に摺動自在に設けられて、シリンダ42を通過する燃料量を調量するための弁体44と、この弁体44のシリンダ42内での摺動位置を電磁力により変化させるソレノイド46とを備える。

30

【0045】

また、シリンダ42において、弁体44の摺動面となる側壁には、フィードポンプ11から供給された燃料をシリンダ42内に導く吸入孔42aが形成され、弁体44のソレノイド46とは反対側の端面には、吸入孔42aを通過してシリンダ42内に流入してきた燃料をロータリポンプ20側に排出する排出孔42bが形成されている。そして、この排出孔42bは、ロータリポンプ20側に排出した燃料がシリンダ42内に逆流するのを阻止する逆止弁48a, 48b, 48cを介して、ロータリポンプ20側の各シリンダ24a~24cに形成された吸入孔H1に連通されている。

40

【0046】

また、このシリンダ42内に設けられる弁体44は、シリンダ42内で側壁に当接して摺動する一对の摺動部44a, 44bと、これら各摺動部44a, 44bをシリンダ42の吸入孔42aの開口径と略同じ間隔にて連結する連結部44cとから構成されている。そして、通電によりソレノイド46が発生する電磁力によって、弁体44がシリンダ42の排出孔42bとは反対側の最後端位置に移動した状態では、排出孔42b側の摺動部44

50

aが吸入孔42aを閉塞して、フィードポンプ11からロータリポンプ20に至る燃料供給通路を遮断できるようにされている。

【0047】

また、連結部44cと、排出孔42b側の摺動部44aとは、吸入孔42aからシリンダ42内に流入した燃料を排出孔42b側に導く導孔44dが穿設されている。このため、弁体44が、吸入孔42aを閉塞する最後端位置よりも排出孔42b側に位置する際には、フィードポンプ11から供給された燃料が、吸入孔42a、導孔44d、及び排出孔42bを通して、ロータリポンプ20側に供給されることになる。

【0048】

そして、吸入孔42aの開口面積は、弁体44の位置に応じて変化することから、シリンダ42内での弁体44の摺動位置をソレノイド46を介して制御することにより、調量弁40を通してロータリポンプ20の各シリンダ24a~24cに吸入される吸入燃料量を調量することができる。

10

【0049】

また、シリンダ42内での弁体44の摺動位置をソレノイド46が発生する電磁力（換言すれば、ソレノイド46に流す電流量）にて制御できるようにするために、弁体44のソレノイド46側摺動部44bには、ソレノイド46が発生した電磁力を受けて弁体44をソレノイド46側に変位させるためのロッド44eが設けられ、更に、このロッド44eの端部には、弁体44を、シリンダ42の排出孔42b側に付勢するスプリング44fが設けられている。

20

【0050】

この結果、本実施例の調量弁40においては、ソレノイド46への通電を遮断すれば、スプリング44fの付勢力により、弁体44の摺動部44aがシリンダ42の排出孔42b側内壁面に当接されて、吸入孔42aの開口面積が最大となり、ロータリポンプ20への吸入燃料量を最大にすることができる。また、ソレノイド46への通電時には、ソレノイド46が発生する電磁力によって、弁体44がソレノイド46側に移動するので、吸入孔42aがソレノイド46への通電電流量に応じて徐々に閉じられることになる。従って、ソレノイド46への通電電流量を多くすればするほど、ロータリポンプ20への吸入燃料量を少なくすることができる。

【0051】

30

次に、上記のように構成された燃料供給装置5を制御することによりコモンレール圧を制御するためにECU6（詳しくはCPU）にて実行されるコモンレール圧制御処理について、図3に示すフローチャートに沿って説明する。

尚、この処理は、コモンレール圧センサ9にて検出された実コモンレール圧Pcが目標コモンレール圧PFINとなるように、調量弁40の開口面積（具体的には調量弁40のソレノイド46に流す電流）をフィードバック制御するための処理であり、ECU6において、ロータリポンプ20の燃料吐出周期に同期して、ディーゼル機関2の120 A毎に実行される。

【0052】

そして、この処理においては、最終的には、図示しないソレノイド46への駆動パルス出力処理にて、ソレノイド46への通電経路に設けられたスイッチング素子をオン・オフさせてソレノイド電流をデューティ制御するのに必要な制御量である、ソレノイド46の駆動周期（換言すれば、ソレノイド電流をデューティ制御するための制御周期）FREと、その一周期当たりのソレノイド46への通電時間（最終通電時間）IDUTYFとを、夫々算出する。

40

【0053】

図3に示すように、コモンレール圧制御処理が開始されると、まずS110~S130（Sはステップを表す）の判定処理にて、コモンレール圧制御の過渡時を判定する過渡判定処理を実行する。

即ち、まずS110にて、制御目標である目標コモンレール圧PFINの今回の値PFIN(i)

50

と前回の値 $P_{FIN}(i-1)$ との偏差の絶対値（換言すれば目標コモンレール圧 P_{FIN} の変化量）が、予め設定された過渡判定値「KPRAPID」以上であるか否かを判定する。

【0054】

また S 1 1 0 にて、コモンレール圧 P_{FIN} の変化量が過渡判定値「KPRAPID」未満であると判定された場合には、S 1 2 0 にて、インジェクタ 3 からの目標噴射量 Q_{FIN} の今回の値 $Q_{FIN}(i)$ と前回の値 $Q_{FIN}(i-1)$ との偏差の絶対値（換言すれば目標噴射量 Q_{FIN} の変化量）が、予め設定された過渡判定値「KQRAPID」以上であるか否かを判定する。

【0055】

また更に S 1 2 0 にて、目標噴射量 Q_{FIN} の変化量が過渡判定値「QPRAPID」未満であると判定された場合には、S 1 3 0 にて、ディーゼル機関 2 の回転速度 N_E の今回の値 $N_E(i)$ と前回の値 $N_E(i-1)$ との偏差の絶対値（換言すれば回転速度 N_E の変化量）が、予め設定された過渡判定値「NEPRAPID」以上であるか否かを判定する。

10

【0056】

そして、S 1 3 0 にて、回転速度 N_E の変化量が過渡判定値「NEPRAPID」未満であると判定された場合には、現在、制御の過渡時ではないと判断して、続く S 1 5 0 に移行し、逆に、S 1 1 0 ~ S 1 3 0 のいずれかで、目標コモンレール圧 P_{FIN} , 目標噴射量 Q_{FIN} , 或いは回転速度 N_E の変化量が、過渡判定値以上であると判定された場合には、現在、制御の過渡時であると判断して、S 1 4 0 に移行する。

【0057】

尚、S 1 1 0 及び S 1 2 0 にて制御の過渡判定に用いられる目標噴射量 Q_{FIN} 及び目標コモンレール圧 P_{FIN} は、図示しない制御量演算処理にてディーゼル機関 2 の回転速度 N_E やアクセル開度 ACC 等に基づき算出された、インジェクタ制御及びコモンレール圧制御のための制御目標値である。

20

【0058】

そして、これら目標噴射量 Q_{FIN} 及び目標コモンレール圧 P_{FIN} と、S 1 3 0 にて制御の過渡判定に用いられる回転速度 N_E は、後述するように、本実施例のコモンレール圧制御処理において、ソレノイド 4 6 をデューティ制御するための制御量（駆動周期 FRE 及び最終通電時間 I_{DUTYF} ）を設定するのに使用されるパラメータである。

【0059】

つまり、上記 S 1 1 0 ~ S 1 3 0 の過渡判定処理では、デューティ制御のための制御量（駆動周期 FRE 及び最終通電時間 I_{DUTYF} ）の変化量から制御の過渡時を判定するのではなく、その制御量を設定するのに使用されるパラメータの変化量から、制御の過渡時を判定することにより、過渡判定を応答遅れなく速やかに行うことができるようにしているのである。

30

【0060】

次に、S 1 1 0 ~ S 1 3 0 の過渡判定処理にて制御の過渡時が判定された際に実行される S 1 4 0 では、ソレノイド電流をデューティ制御する際の制御周波数を定常時よりも低い低周波数に変更する旨を表す制御切替フラグ X_{RAPID} をセットすると共に、デューティ制御の制御周期を定常時よりも長くする（換言すればデューティ制御の制御周波数を定常時よりも低くする）ための周期補正係数 G_{FRE} として、予め設定された値「 K_{GFRE} 」（本実施例では 1 より小さい値；例えば、0.5）をセットし、更に、制御周波数を定常時よりも低い低周波数に変更する期間を表す制御切替時間 T_{FRE} として、予め設定された時間「 K_{TFRE} 」（例えば、75 msec.）をセットし、その後、S 1 5 0 に移行する。

40

【0061】

尚、制御切替時間 T_{FRE} としてセットされる時間「 K_{TFRE} 」には、制御の過渡判定後、当該コモンレール圧制御処理を実行することにより、実コモンレール圧 P_c が目標コモンレール圧 P_{FIN} に達するのに要する時間よりも短い時間が、予め設定されている。

【0062】

次に、S 1 5 0 では、現在、制御切替フラグ X_{RAPID} がセットされているか否かを判断する。そして、制御切替フラグ X_{RAPID} がセットされている場合には、続く S 1 6 0 に移行

50

して、S 1 4 0にて制御切換フラグXRAPID がセットされてから、制御切換時間TFRE が経過したか否かを判断し、制御切換時間TFRE が経過していないと判断すると、S 1 8 0に移行する。

【 0 0 6 3 】

一方、S 1 5 0にて、制御切換フラグXRAPID がセットされていないと判断されるか、或いは、S 1 6 0にて、制御切換フラグXRAPID がセットされてから制御切換時間TFRE が経過したと判断された場合には、S 1 7 0に移行して、デューティ制御の制御周期を定常時の値に戻すために、周期補正係数GFRE に値「1」をセットすると共に、制御切換フラグXRAPID をリセットし、その後、S 1 8 0に移行する。

【 0 0 6 4 】

そして、S 1 8 0では、上述した目標噴射量QFIN と目標コモンレール圧PFIN とに基づき、ROMに格納された図4(a)に示す如き基本電流量算出用マップを用いて、調量弁40のソレノイド46に流す基本電流量IBAS を算出する。この基本電流量算出用マップは、目標噴射量QFIN が小さい程、また、目標コモンレール圧PFIN が小さい程、基本電流量IBAS が大きくなるように予め設定されている。これは、インジェクタ3からディーゼル機関2の各気筒に供給する燃料量(目標噴射量QFIN)が少ない程、或いは、目標コモンレール圧PFIN が小さい程、コモンレール4に供給すべき燃料量が少なくなり、調量弁40の開口面積を小さくする必要があるのである。

【 0 0 6 5 】

次に続くS 1 9 0では、図4(b)に示す補正電流量算出用マップを用いて、ディーゼル機関2の回転速度NEから、基本電流量IBAS に対する補正電流量INPを算出する。この補正電流量INPは、ソレノイド46に流れる電流量が一定であっても、ロータリポンプ20に供給される燃料量は、ディーゼル機関2の回転速度NEに応じて変化する(回転速度NEが高い程、ロータリポンプ20への供給燃料量が少なくなるため、ソレノイド46への通電電流量を小さくして開口面積を大きくする必要があるのである)ことから、S 1 8 0にて算出された基本電流量IBAS を、ディーゼル機関2の回転速度NEに応じて補正するためのものである。

【 0 0 6 6 】

そして、本実施例では、図4(b)に示すように、回転速度NEが基本電流量算出用マップ設定時の回転速度(基準回転速度NE0)よりも高い領域では、回転速度NEが高い程小さくなるように負の値が設定され、回転速度NEが基準回転速度NE0よりも低い領域では、回転速度NEが低い程大きくなるように正の値が設定される。

【 0 0 6 7 】

次に、このように基本電流量IBAS 及び補正電流量INPが算出されると、続くS 2 0 0にて、これら各値IBAS , INPを加算することにより、ソレノイド46に流すべき目標電流量IFIN (= IBAS + INP)を算出し、更に、続くS 2 1 0にて、この目標電流量IFIN を、ソレノイド46に流れる電流をパルス幅変調信号(PWM信号)にてデューティ制御するための駆動パルス幅である、予め設定された一制御周期当たりのソレノイド46への通電時間IDUTYF に変換する。

【 0 0 6 8 】

つまり、本実施例では、図示しないバッテリーからソレノイド46に至る通電経路にスイッチング素子を設け、このスイッチング素子を、PWM信号にて駆動することにより、ソレノイド46に流れる電流(換言すれば調量弁40の開口面積)をデューティ制御するようにされており、S 2 1 0では、このデューティ制御のための一制御周期当たりの通電時間IDUTYを算出するのである。尚、この通電時間IDUTYの算出には、図4(c)に示す如き通電時間算出用マップが使用され、通電時間IDUTYは、目標電流量IFIN とバッテリー電圧VBとに基づき設定される。つまり、通電時間IDUTYは、目標電流量IFIN が大きく、バッテリー電圧VBが小さい程、大きくなるように設定される。

【 0 0 6 9 】

このように、S 2 1 0にて、予め設定された一制御周期当たりにスイッチング素子をオン

10

20

30

40

50

してソレノイド46への通電を行う通電時間 I DUTY が設定されると、今度は、続く S 2 2 0 に移行して、目標コモンレール圧 P FIN と実コモンレール圧 P c との油圧偏差 P に基づき、この油圧偏差 P を零にするための通電時間補正量 I FBK を算出する。

【 0 0 7 0 】

尚、この通電時間補正量 I FBK は、S 2 1 0 にて算出された通電時間 I DUTY に対するフィードバック補正量であり、S 2 2 0 では、例えば、上記油圧偏差 P に比例定数 K p を乗じた値と、上記油圧偏差 P の積分値に積分定数 K i を乗じた値と、上記油圧偏差 P の微分値に微分定数 K d を乗じた値とを加算し、この加算値にて通電時間補正量 I FBK を更新する、といった手順で、通電時間補正量 I FBK を算出する。

【 0 0 7 1 】

そして、最後に、続く S 2 3 0 では、S 1 4 0 又は S 1 7 0 にて設定された最新の周期補正係数 G FRE を用いて、ソレノイド電流をデューティ制御するためのソレノイドの駆動周期 F R E 、及び、その駆動周期 F R E に同期して実際にスイッチング素子をオンしてソレノイド46への通電を行うための最終通電時間 I DUTY F を算出する。

【 0 0 7 2 】

つまり、S 2 3 0 では、制御の安定性を重視して設定された制御周波数（例えば 2 0 0 H z ）でソレノイド電流をデューティ制御するための駆動周期の基準値「K FRE 」を、S 1 4 0 又は S 1 7 0 にて設定された周期補正係数 G FRE （ 0 . 5 又は 1 ）にて除算することにより、ソレノイド46の駆動周期 F R E （ = K FRE / G FRE ）を算出し、更に、S 2 1 0 , S 2 2 0 にて算出された、駆動周期の基準値「K FRE 」に対応したソレノイド46の一
制御周期（ = K FRE ）当たりの通電時間 I DUTY 及びその補正量 I DFBK の和を、S 1 4 0 又は S 1 7 0 にて設定された周期補正係数 G FRE （ 0 . 5 又は 1 ）にて除算することにより、ソレノイド46の実際の駆動周期当たりの通電時間である最終通電時間 I DUTY F （ = （ I DUTY + I DFBK ） / G FRE ）を算出するのである。

【 0 0 7 3 】

この結果、S 1 1 0 ~ S 1 3 0 の過渡判定処理にて、制御の過渡時が判定されてから、制御切替時間 T FRE が経過するまでの間は、ソレノイド46の駆動周期 F R E 及びその一周期当たりの最終通電時間 I DUTY F が、定常時の駆動周期である駆動周期基準値 K FRE 及び最終通電時間「 I DUTY + I DFBK 」よりも長く（本実施例では 2 倍）なり、制御周波数が定常時よりも低い低周波数（例えば、 1 0 0 H z ）に変更されることになる。

【 0 0 7 4 】

尚、S 2 3 0 にて算出されたソレノイド46の駆動周期 F R E 及び最終通電時間 I DUTY は、前述したように、ソレノイド46への駆動パルス出力処理にて、ソレノイド46への通電経路に設けられたスイッチング素子をオン・オフさせて、ソレノイド電流をデューティ制御するのに使用される。

また、本実施例においては、上記のように、制御量算出処理、コモンレール圧制御処理、及び駆動パルス出力処理を実行する E C U 6 が、本発明の制御手段として機能し、E C U 6 にて実行される処理の内、上記コモンレール圧制御処理における S 1 1 0 ~ S 1 3 0 の過渡判定処理、並びに、制御の過渡時を判定した際に、一定時間（制御切替時間 T FRE ）だけ、ソレノイド46の駆動周期 F R E 及び最終通電時間 I DUTY F を定常時よりも長い時間に変更するためになされる、S 1 4 0 ~ S 1 7 0 及び S 2 3 0 の処理によって、本発明の制御周波数変更手段としての機能が実現される。

【 0 0 7 5 】

以上説明したように、本実施例の蓄圧式燃料噴射装置 1 においては、実コモンレール P c を目標コモンレール圧 P FIN に制御するために、調量弁 4 0 のソレノイド46への通電電流をデューティ制御することにより、調量弁 4 0 の開口面積を制御する。そして、このデューティ制御のためのソレノイド46の駆動周期 F R E として、定常時には、予め設定された駆動周期基準値 K FRE をそのまま使用するが、調量弁 4 0 の開口面積を大きく変化させる制御の過渡時には、一定時間（制御切替時間 T FRE ）だけ、駆動周期 F R E 及びその一周期当たりのソレノイド46の最終通電時間 I DUTY F を、定常時の 2 倍の時間に変更し

10

20

30

40

50

て、デューティ制御の制御周波数を、定常時の2分の1の周波数に切り換える。

【0076】

このため、本実施例によれば、制御の過渡時には、調量弁40の弁体44を速やかに移動させ、過渡時に要求される制御の応答性を確保することができる。

例えば、図5は、目標コモンレール圧をステップ的に大きく変化させた際の実際のコモンレール圧の挙動を、制御の過渡時にソレノイド46の駆動電流の制御周波数を200Hzから100Hzへと変化させる本実施例の周波数可変制御の場合と、ソレノイド46の駆動電流の制御周波数を200Hzに固定した従来の周波数一定制御の場合とで、夫々測定した測定結果を表す。

【0077】

図5(a)に示すように、本実施例の周波数可変制御では、目標コモンレール圧が時点t1で変化すると、その後、制御の過渡時が判定されて、制御周波数が低周波数に変更されるため、図5(b)に示す周波数一定制御の場合に比べて、ソレノイド46の駆動電流の振幅が大きくなり、これに伴い、調量弁40の弁体44のリフト量(弁リフト量)も大きく変動し、不安定となる(図5(c)参照)。しかしながら、調量弁40における弁体44の移動速度自体は、周波数一定制御の場合よりも速くなるため、コモンレール圧は、目標コモンレール圧により速く近づき、過渡時の応答性を改善できることがわかる。

【0078】

また次に、本実施例では、制御の過渡判定後に、制御周波数を低周波数に切り換える制御切替時間TFREには、予め設定された時間「KTFRE」を使用するようにしているが、この時間「KTFRE」には、制御の過渡判定後、上述したコモンレール圧制御処理を実行することにより実コモンレール圧Pcが目標コモンレール圧PFINに達するのに要する時間よりも短い時間を設定していることから、実コモンレール圧Pcが目標コモンレール圧PFINに達するまでに、制御周波数が、低周波数から定常時の周波数に切り換えられ、実コモンレール圧Pcが目標コモンレール圧PFINに対してオーバーシュート或いはアンダシュートするのを防止できる。尚、このことは、図5(d)に示す、周波数可変制御におけるコモンレール圧の挙動からも明らかである。

【0079】

以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、こうした実施例に限定されることはなく、種々の態様を採ることができる。例えば、上記実施例では、ディーゼル機関に対して燃料供給を行なう蓄圧式燃料噴射装置について説明したが、直噴式のガソリンエンジンの各気筒に設けられたインジェクタに高圧燃料を直接或いは蓄圧室(コモンレール)を介して供給する燃料噴射装置であっても、適用できる。

【0080】

また、上記実施例では、S110~S130の過渡判定処理にて制御の過渡時を判定した際には、周期補正係数GFRE及び制御切替時間TFREに、予め設定された固定値「KGFRE:例えば0.5」、「KTFRE:例えば75msec.」をセットするものとして説明したが、これらの制御周波数及び周波数変更時間を決定するパラメータについては、目標コモンレール圧PFIN、目標噴射量QFIN、回転速度NE等、過渡判定に用いたパラメータの変化量の大きさに応じて、段階的に設定するようにしてもよい。つまり、このようにすれば制御の過渡状態の程度に応じて、定常時よりも低周波数側に切り換える際の制御周波数及びその切替時間を設定できることになり、制御の応答性をより最適に設定することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の蓄圧式燃料噴射装置全体の構成を表す構成図である。

【図2】 実施例の燃料供給装置の構成を表す構成図である。

【図3】 ECUにて実行されるコモンレール圧制御処理を表すフローチャートである。

【図4】 コモンレール圧制御処理実行時に使用される制御量演算用のマップを表す説明図である。

【図5】 実施例の周波数可変制御及び従来の周波数一定制御によるコモンレール圧の制

10

20

30

40

50

御動作を比較して表すタイムチャートである。

【図6】 低周波数制御と高周波数制御とで生じるソレノイド電流及び弁体の挙動の違いを説明する説明図である。

【図7】 低周波数制御と高周波数制御とで生じる制御の応答性の違いを説明する説明図である。

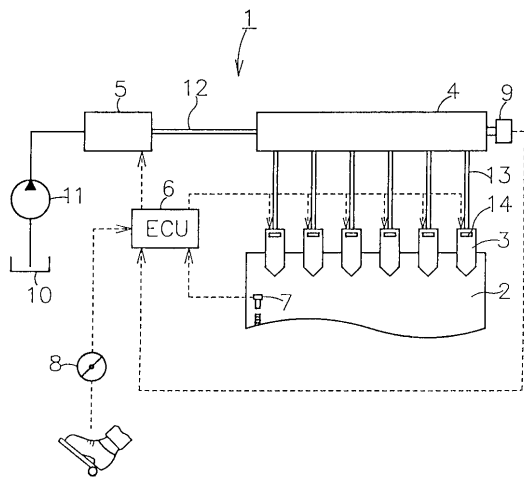
【図8】 高周波数制御における電磁弁のヒステリシス現象を説明する説明図である。

【符号の説明】

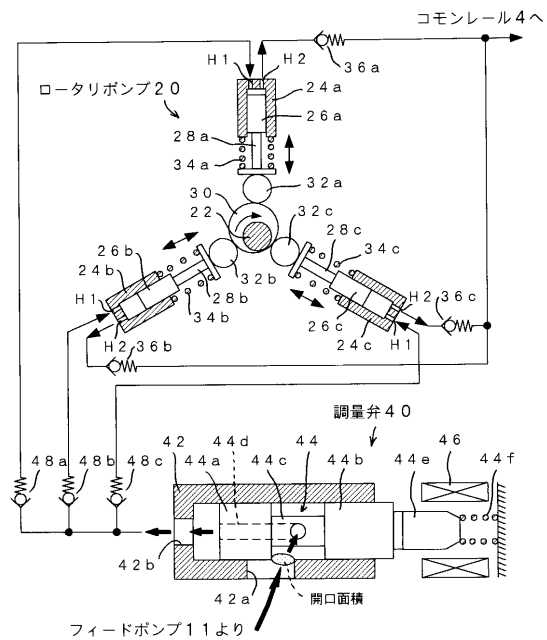
1 ... 蓄圧式燃料噴射装置、2 ... ディーゼル機関、3 ... インジェクタ、4 ... コモンレール、
 5 ... 燃料供給装置、6 ... ECU、7 ... 回転速度センサ、9 ... コモンレール圧センサ、10 ... 燃料タンク、
 11 ... フィードポンプ、20 ... ロータリポンプ、22 ... 駆動軸、24 a ~ 24 c ... シリンダ、H1 ... 吸入孔、
 H2 ... 排出孔、26 a ~ 26 c ... プランジャ、30 ... 偏心カム、36 a ~ 36 c ... 逆止弁、40 ... 調量弁、
 42 ... シリンダ、42 a ... 吸入孔、42 b ... 排出孔、44 ... 弁体、44 a, 44 b ... 摺動部、44 c ... 連結部、
 44 d ... 導孔、44 e ... スプリング、44 f ... ソレノイド、46 ... ソレノイド、48 a ~ 48 c ... 逆止弁。

10

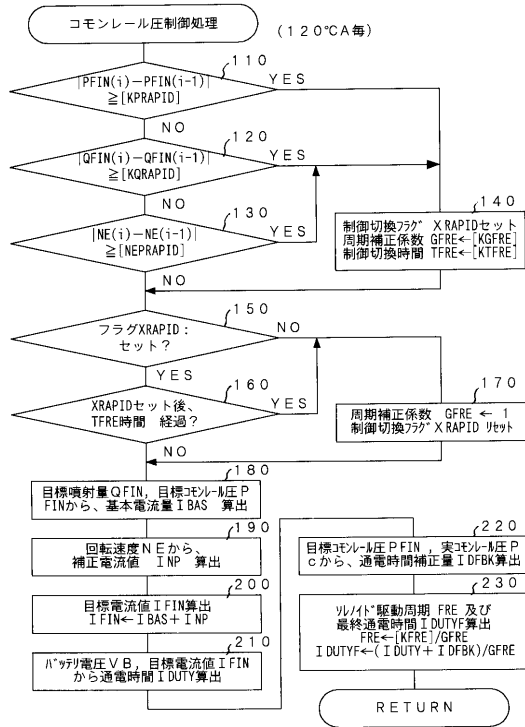
【図1】



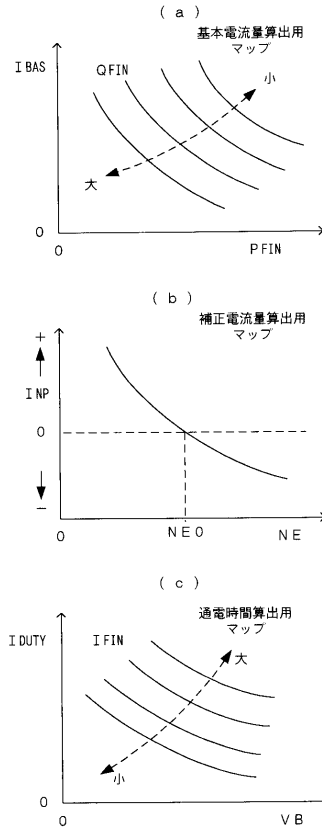
【図2】



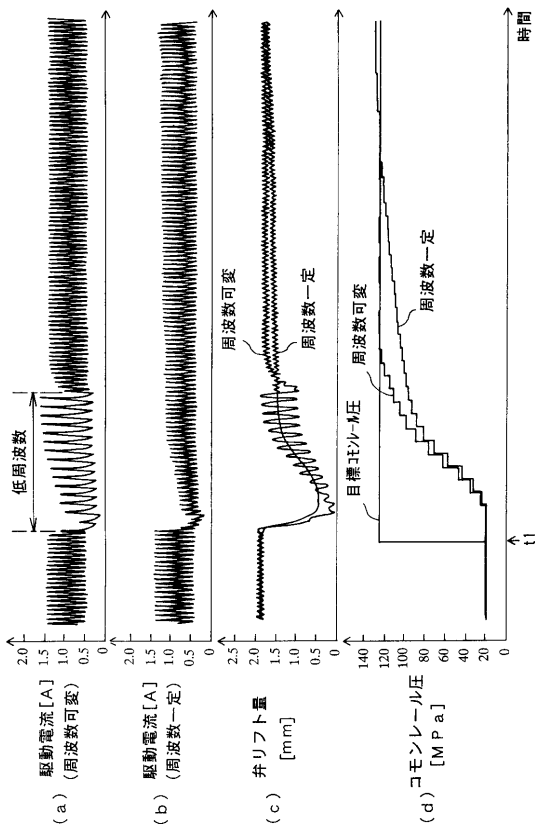
【図3】



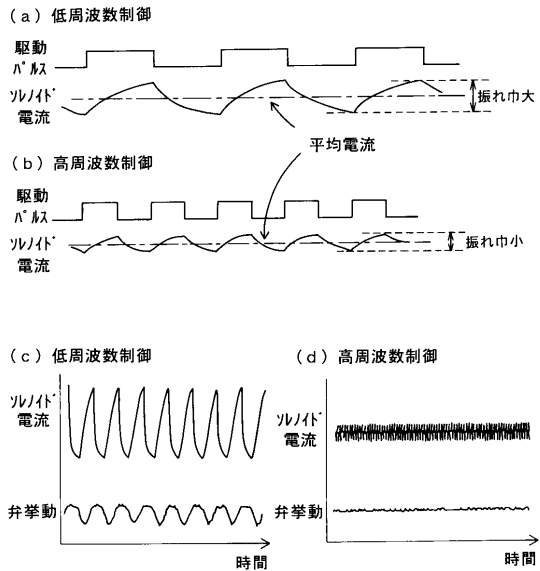
【図4】



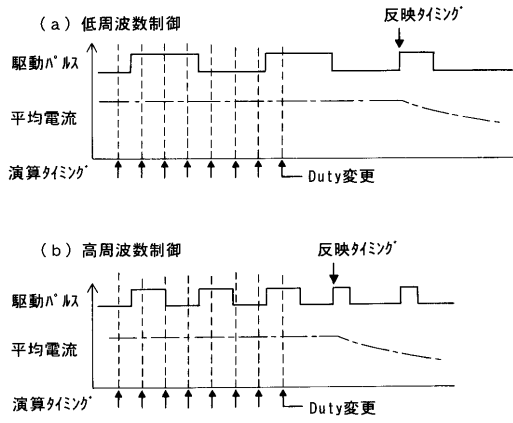
【図5】



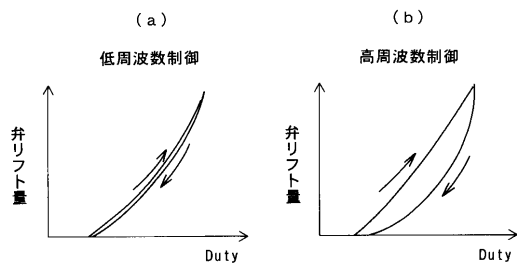
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 野々村 忠
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 佐々木 正章

(56)参考文献 特開昭59-065523(JP,A)
特開昭62-026341(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 41/00