

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3629963号

(P3629963)

(45) 発行日 平成17年3月16日(2005.3.16)

(24) 登録日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

F 1 6 K 31/06

F 1 6 K 31/06 3 1 0 A

F O 1 L 9/04

F O 1 L 9/04 Z

F O 2 D 41/20

F O 2 D 41/20 3 2 0

F O 2 D 45/00

F O 2 D 45/00 3 1 2 S

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-213097	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成10年7月28日(1998.7.28)	(74) 代理人	100078330 弁理士 笹島 富二雄
(65) 公開番号	特開2000-46230(P2000-46230A)	(72) 発明者	三浦 創 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
(43) 公開日	平成12年2月18日(2000.2.18)	審査官	柳田 利夫
審査請求日	平成13年12月26日(2001.12.26)	(56) 参考文献	特開昭61-041085(JP,A) 特開平08-291877(JP,A)
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁駆動弁の電流制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁駆動弁の電磁コイルに供給する電流を制御することにより、弁体の開閉動作を制御する電磁駆動弁の電流制御装置であって、  
前記電磁駆動弁が、弁体と、この弁体に固定された可動子と、この可動子に対して弁体の移動方向に関する各側に配置された、前記電磁コイルとしての第1及び第2の電磁コイルと、可動子を両電磁コイルの間の中間位置に付勢するスプリングとを含んで構成され、各電磁コイルに対し、前記弁体を開閉動作させるために動作電流を供給した後、動作後の弁体の状態を保持するために前記動作電流と比して小さい値の保持電流に切り換える電流切換手段を備えるものにおいて、  
 前記電磁コイルへ前記動作電流を供給したときに、前記電磁コイルに実際に流れる電流を測定する実電流測定手段と、  
 測定された実電流の一時的なくぼみを検出するくぼみ検出手段と、  
 前記電流切換手段における動作電流から保持電流への切り換えタイミングを、前記くぼみの検出から所定時間経過後に設定する切換タイミング設定手段と、  
 を設けたことを特徴とする電磁駆動弁の電流制御装置。

【請求項2】

前記くぼみ検出手段により検出されるくぼみの大きさの判定値としてのくぼみレベルを算出するくぼみレベル算出手段を設けると共に、  
 算出されたくぼみレベルに基づいて、動作電流を補正する動作電流補正手段を設けたこと

を特徴とする請求項 1 記載の電磁駆動弁の電流制御装置。

【請求項 3】

前記動作電流補正手段は、直前の複数のサイクルにて算出されたくぼみレベルの平均値に基づいて、動作電流を補正することを特徴とする請求項 2 記載の電磁駆動弁の電流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸排気弁の駆動などに用いられる電磁駆動弁の電流制御装置に関し、さらに詳しくいえば、弁体の動作状態に応じて動作電流から保持電流への切り換えタイミ

10

【0002】

【従来の技術】

近年、内燃機関の吸排気弁として電磁駆動弁の採用が検討されており、かかる電磁駆動弁の電流制御装置として、電磁コイルに供給する電流を制御する際に、弁体を開閉させるために動作電流を供給した後、動作後の弁体の位置を保持するために前記動作電流と比して小さい値の保持電流に切り換えるものがある。

【0003】

このような供給電流の切り換え手段を備えるものの例が、特開平 9 - 21304 号公報に開示されている。ここでは、動作電流を供給した後に、機関回転数に応じた所望のタイミングで保持電流に切り換えると共に、動作電流を燃焼室内圧力に応じて設定している。つまり、前記燃焼室内圧力が低い場合は、高い場合と比して開弁時に必要とされる電磁力が小さいため、開弁側電磁コイルに供給される電流を少なく設定し、一方、前記燃焼室内圧力が高い場合は、低い場合と比して、閉弁時に必要とされる電磁力が小さいため、閉弁側電磁コイルに供給される電流を少なく設定するのである。

20

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような電磁駆動弁の電流制御装置には、幾つかの問題点が存在する。即ち、前記切り換えタイミングは、機関回転数と負荷のみに応じて設定されるため、電磁駆動弁に生ずる内部摩擦抵抗の変化、バネのヘタリ、あるいはカーボンディポジットの堆積等による弁体の動作環境の変化についてまで対応したものとはいえない。従って、これらに起因した開閉動作不良の生ずる可能性がある。

30

【0005】

さらに、動作電流は、燃焼室内圧力によって設定される特徴を有するものの、その電流量を設定したマップを記憶装置内部に格納されているものの中から選択する方法を採っているため、消費電流の低減に余地が残されているといえる。

このような状況に鑑み、本発明では、前記切り換えタイミングの設定と、動作電流の補正とを、電磁コイルを実際に流れる実電流に着目して行う。これによって、機関の運転状態に加え、前述のような弁体の動作環境の変化をも考慮に入れた確実な開閉動作と、消費電流の低減とを達成することを目的とする。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

このため、請求項 1 に係る発明では、図 1 に示すように、電磁駆動弁の電磁コイルに供給する電流を制御することにより弁体の開閉動作を制御する電磁駆動弁の電流制御装置であって、前記電磁駆動弁が、弁体と、この弁体に固定された可動子と、この可動子に対して弁体の移動方向に関する各側に配置された、前記電磁コイルとしての第 1 及び第 2 の電磁コイルと、可動子を両電磁コイルの間の中間位置に付勢するスプリングとを含んで構成され、各電磁コイルに対し、前記弁体を開閉動作させるために動作電流を供給した後に、動作後の弁体の状態を保持するために前記動作電流と比して小さい値の保持電流に切り換え

50

る電流切換手段を備えるものにおいて、前記電磁コイルに前記動作電流を供給したときに前記電磁コイルに実際に流れる電流を測定する実電流測定手段と、測定された実電流の一時的なくぼみを検出するくぼみ検出手段と、前記電流切換手段における動作電流から保持電流への切り換えタイミングを、前記くぼみの検出から所定時間経過後に設定する切換タイミング設定手段とをさらに設けて構成する。

【0007】

ここでの作用を示すために、まず、くぼみの発生原理を説明する。

磁気回路における電流と電圧の関係は、電圧を  $V$ 、抵抗を  $R$ 、電流を  $i$ 、磁束鎖交数を、時間を  $t$  とすれば、下式(1)のように表せる。

【0008】

【数1】

$$V = R i + \frac{d \Psi}{d t} \quad (1)$$

【0009】

ここで、 $\Psi$  は、時間  $t$  と、可動子の変位  $x$  との関数なので、下式(2)に変形が可能である。

【0010】

【数2】

$$V = R i + \frac{\partial \Psi}{\partial i} \frac{d i}{d t} + \frac{\partial \Psi}{\partial x} \frac{d x}{d t} \quad (2)$$

【0011】

上式(2)の第2項、 $(\partial \Psi / \partial i) (d i / d t)$  は、電流変化に対する逆起電力を示す項であり、第3項、 $(\partial \Psi / \partial x) (d x / d t)$  は、可動子の変位に対する逆起電力を示す項である。

さらに、インダクタンス  $L$  は、 $L = \Psi / I$  なので、式(2)は、次式(3)と表すこともできる。

【0012】

【数3】

$$V = R i + L \frac{d i}{d t} + I \frac{d L}{d t} \quad (3)$$

【0013】

可動子が電磁コイルに近付くと、磁気抵抗が急激に小さくなることにより、磁束が急激に大きくなるため、式(2)の  $\partial \Psi / \partial x$  が大きくなる。即ち、可動子の変位に対する逆起電力を示す項である第3項が増大する。このことにより、同式(2)の  $R i$ 、即ち、電流  $i$  が減少する。これが電磁コイルに実際に流れる電流の一時的なくぼみとなって検出される。従って、前記くぼみの検出タイミングから、可動子の電磁コイルへの吸着タイミングを判定できるのである。また、これらのタイミングは、通常、バネの特性と機関の運転状態とによって決定される。

【0014】

しかしながら、電磁駆動弁の内部摩擦抵抗の変化、バネのヘタリ、あるいはカーボンディ

10

20

30

40

50

ポジットの堆積等により弁体の動作環境が悪化すると、前記可動子は、悪化の前と比して遅いタイミングで電磁コイルに吸着する。

このような場合にも、前記くぼみの検出タイミングから、前記可動子の電磁コイルへの吸着タイミングを正しく判定して、動作電流から保持電流への切換タイミングを最適に設定するのである。

【0015】

請求項2に係る発明は、請求項1記載の電磁駆動弁の電流制御装置であって、図1に示すように、前記くぼみ検出手段により検出されるくぼみの大きさの判定値としてのくぼみレベルを算出するくぼみレベル算出手段を設けると共に、算出されたくぼみレベルに基づいて、動作電流を補正する動作電流補正手段を設けたことを特徴とする。

10

【0016】

ここでの作用は以下の通りである。

式(2)を参照すると、可動子の変位に対する逆起電力(第3項)を決定するもう1つのパラメータに、可動子の電磁コイルに対する移動速度、つまり衝突速度を示す成分である $dx/dt$ がある。通常は、前記衝突速度も、バネの特性と機関の運転状態とによって決定される。

【0017】

しかしながら、前述と同様の理由により弁体の動作環境が悪化すると、前記衝突速度は低下する。即ち、上述の $dx/dt$ が減少するため、可動子の変位に対する逆起電力(第3項)も減少する。従って、電流 $i$ の減少は緩和されて、前記くぼみの大きさは、通常のもの

20

と比して小さくなる。このような場合にも、前記くぼみの大きさの判定値としてのくぼみレベルを算出して、前記動作環境の悪化の程度を判定し、これに応じて動作電流を補正するのである。

【0018】

請求項3に係る発明は、請求項2記載の電磁駆動弁の電流制御装置であって、直前の複数のサイクルにて算出されたくぼみレベルの平均値に基づいて、動作電流を補正することを特徴とする。

【0019】

【発明の効果】

請求項1に係る発明によれば、弁体が開閉動作を起こし、電磁駆動弁内の可動子が電磁コイルに接近することで発生する、電磁コイルの実電流の一時的なくぼみを検出し、該くぼみの検出から所定の時間経過後に、動作電流を保持電流に切り換えることで、電磁駆動弁の内部摩擦抵抗の変化、バネのヘタリ、カーボンディポジットの堆積等により動作環境が悪化して吸着タイミングが遅れた場合においても、最適なタイミングでの切り換えが可能となる。

30

【0020】

これにより、弁体の開閉動作不良を防止できると共に、余計な動作電流供給を省き、消費電流を低減できる。

また、請求項1に係る発明によれば、内燃機関の吸排気弁として好適な電磁駆動弁が提供される。

40

請求項2に係る発明によれば、前述と同様の理由による弁体の動作環境の悪化をくぼみレベルに基づいて判定すると共に、動作電流補正手段により、前記悪化の程度に応じて動作電流を増量して電磁力を増大させることができる。

【0021】

また、作動状態に対して電磁力が過大である際にも、くぼみレベルに基づいて過大の程度を判定し、これに応じて動作電流を減量して電磁力を低減させることができる。

これにより、常に最適な電磁力を提供できるため、弁体の開閉動作を安定化すると共に、動作時間や消費電力を最適化することができる。

【0022】

請求項3に係る発明によれば、前記動作環境の悪化を、直前の複数のサイクルにおいて算

50

出されたくぼみレベルの平均値に基づいて判定することで、より最適に動作電流を補正することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図2は、本発明の一実施形態に係る電磁駆動弁の電流制御装置のシステム概略図であり、本電磁駆動弁は、内燃機関の吸排気弁として用いられる。

まず、本電磁駆動弁の基本構造について説明する。

【0024】

図中に示す1は弁体であり、吸排気ポート2に設けられた弁座3に対して着座または離座することにより、前記吸排気ポート2を開閉する。前記弁体1の弁軸4には、プレート状の可動子5が固定されている。該可動子5は、磁性材料を含んで構成されており、上側スプリング6と下側スプリング7とにより前記弁軸4を軸方向に弾性的に支持する。前記可動子5の上下には、上側電磁コイル8と下側電磁コイル9とが設けられ、これらの中間位置は前記可動子5の中間リフト位置と等しくなっている。

10

【0025】

次に、本電磁駆動弁の開閉動作の概略について、図3を参照して説明する。

即ち、各電磁コイル8及び9への電流供給を遮断した状態から、上側電磁コイル8に通電すると、かかる電磁力の発生によって図3の(A)に示すように可動子5が上側電磁コイル8に引き寄せられて吸着すると共に、弁体1が着座し、吸排気ポート2を閉鎖して、閉弁状態となる。

20

【0026】

上側電磁コイル8への電流供給を遮断すると前記電磁力は消滅し、各スプリング6及び7の弾性力によって可動子5は下降して、弁体1は離座する。

この後の所望なタイミングにおいて下側電磁コイル9に通電すると、前述と同様にして図3の(B)に示すように可動子5が下側電磁コイル9に引き寄せられて吸着し、吸排気ポート2を開放して、開弁状態となる。

【0027】

さらに、下側電磁コイル9への電流供給を遮断してから、所望のタイミングで上側電磁コイル8に通電すると、再び閉弁状態に戻る。

30

これらの動作の繰り返しにより、本電磁駆動弁は、スムーズな吸排気作業を達成するのである。

このような電磁駆動弁の各電磁コイル8及び9への電流制御は、コントロールユニット10によりなされる。

【0028】

この電流制御のため、前記コントロールユニット10には、アクセル開度を検出するアクセルペダルセンサ11と、機関回転数の検出が可能なクランク角センサ12とからの信号が入力される。

また、前記各電磁コイル8及び9に実際に流れている電流を検出すべく、それぞれに対して実電流検出手段としての電流センサ13が設けられ、これらの電流センサ13からの信号も前記コントロールユニット10に入力される。

40

【0029】

ここにおいて、前記コントロールユニット10は、アクセル開度と機関回転数とに基づいて吸排気弁のバルブタイミングを定め、そのタイミングに同期させて、図4のフローチャートに従って電流制御を行う。

図4は、本発明の一実施形態に係る電磁駆動弁を開閉制御する電流供給ルーチンの一例を示すフローチャートである。また、図5は、前記電流供給ルーチンにおける供給電流制御を示すフローチャートである。また、図6は、各電磁コイル8及び9を流れる実電流と、対応する弁リフト状態とを示すタイムチャートである。

【0030】

50

上述の図4～図6を参照して、本発明の一実施形態に係る電磁駆動弁の電流制御装置の電流供給ルーチンについて詳細に説明する。

図4の電流供給ルーチンが起動すると、まずステップS1において吸排気弁の開タイミングであるか否かを判定する。

閉タイミングでない場合はステップS5に進み、閉タイミングの場合はステップS2に進む。

#### 【0031】

ステップS2では下側電磁コイル9に供給されている保持電流を遮断する(図6のt1)。可動子5は、残留電磁力の影響によって遮断の瞬間よりも遅れて上昇し始め、上側電磁コイル8に向かって移動する。

ステップ3において前記保持電流の遮断後の経過時間を計時し、該経過時間が所定時間に達したか否かを判定する。これに達していない場合は、同判定を繰り返す。一方、達した場合(図6のt2)は、ステップS4に進んで、上側電磁コイル8について図5に示す供給電流制御を実行して電流を供給し、可動子5を上側電磁コイル8に吸着させて、電磁駆動弁を閉弁状態にする。

#### 【0032】

ステップ5では、吸排気弁の開タイミングであるか否かを判定する。開タイミングでない場合はリターンされ、開タイミングの場合はステップS6に進む。

ステップS6では上側電磁コイル8に供給されている保持電流を遮断する(図6のt5)。ステップ7で前記保持電流の遮断後の経過時間を計時し、該経過時間が所定時間に達したか否かを判定する。これに達していない場合は、同判定を繰り返す。一方、達した場合(図6のt6)は、ステップ8に進んで、下側電磁コイル9について図5に示す供給電流制御を実行して電流を供給し、可動子5を下側電磁コイル9に吸着させて、電磁駆動弁を開弁状態にする。

#### 【0033】

以上の工程によって、1回のサイクルが完了する。

次に、上述の供給電流制御について、上側電磁コイル8に電流を供給する場合、即ち、閉弁時において説明する。

図5及び図6を参照すると、まずステップS11で、上側電磁コイル8に動作電流Icを供給する(図6のt2)。

#### 【0034】

続いてステップS12で、図2に示す電流センサ13により実電流の測定を開始する。

ステップS13で、前記実電流のくぼみが検出されたか否かを判定する。この部分がくぼみ検出手段に相当する。くぼみが検出されない間は同検出を繰り返す。一方、可動子5が上側電磁コイル8に吸着すると、そのタイミングでくぼみが検出され(図6のt3)、同時にステップS14で、くぼみ検出後の経過時間の計時を開始する。

#### 【0035】

さらに、ステップS15で、くぼみレベルを算出する。該くぼみレベルは、例えば、くぼみの深さや面積に基づいて算出する。この部分が、くぼみ算出手段に相当する。

ステップS16で、実電流の測定を終了する。

ステップS17で、前記経過時間が設定時間tに達したか否かを判定する。この部分が切替タイミング設定手段に相当する。達していない間は、同判定を繰り返し、達した場合(図6のt4)はステップS18で、動作電流Icをこれと比して小さい値の保持電流Ihに切り換える。この部分が、電流切替手段に相当する。尚、前記設定時間tは、可動子5が上側電磁コイル8に完全に吸着するまでの安定化の時間である。

#### 【0036】

ステップS19で、次回以降の動作電流の補正量を算出して補正する。

この補正量は、例えば直前のn回のサイクルにおいて算出されたくぼみレベルの平均値に基づいて算出される。つまり、n回目のサイクルまでのくぼみレベルの平均値をLnとして、動作電流の補正量Cnを、Lnの関数Fにより下式(4)のように表す。

10

20

30

40

50

## 【0037】

$$C_n = F(L_n) \quad (4)$$

この関数Fは、 $L_n$ と所望のくぼみレベル $L_0$ との偏差から $C_n$ を算出するものであって、 $L_n$ が大きくなる程、 $C_n$ を動作電流の減少側に小さくする関数である。これには、例えば、図7の(A)に示すような1次関数、或いは(B)に示すようなステップ関数が考えられる。

## 【0038】

関数Fによって算出された補正量 $C_n$ を用いて、次回よりステップ $S_{11}$ で供給する動作電流を次式のごとく補正する。即ち、現在の動作電流 $I_c$ に、補正量 $C_n$ を加算して、動作電流 $I_c$ を更新するのである。この部分が、動作電流補正手段に相当する。

$$I_c = I_c + C_n \quad (5)$$

尚、以上は、閉弁時についての説明であるが、開弁時について、つまり、下側電磁コイル9に電流を供給する場合についても同様に考えられることは明らかである。

## 【0039】

以上のような制御により、動作電流から保持電流への切り換えタイミングを、電磁コイルを実際に流れる実電流の一時的なくぼみの検出から所定の時間経過後に設定すると共に、動作電流補正を、前記くぼみから算出されるくぼみレベルに基づいて実行することにより、機関の運転状態だけでなく、弁体の動作環境の変化をも考慮した確実な開閉動作と、消費電流の低減とを達成することができる。

## 【0040】

尚、以上の説明では、内燃機関の吸排気弁に適用した例を示したが、燃料噴射弁等に用いられる電磁駆動弁にも適用が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す機能ブロック図

【図2】本発明の一実施形態に係る電磁駆動弁の電流制御装置のシステム概略図

【図3】電磁駆動弁の開閉動作を示す概略図

【図4】電流供給ルーチンのフローチャート

【図5】供給電流制御のフローチャート

【図6】実電流、及び弁リフト状態を示すタイムチャート

【図7】動作電流補正量関数を示す図

## 【符号の説明】

- 1 弁体
- 2 吸排気ポート
- 3 弁座
- 4 弁軸
- 5 可動子
- 6 上側スプリング
- 7 下側スプリング
- 8 上側電磁コイル
- 9 下側電磁コイル
- 10 コントロールユニット
- 11 アクセルペダルセンサ
- 12 クランク角センサ
- 13 電流センサ

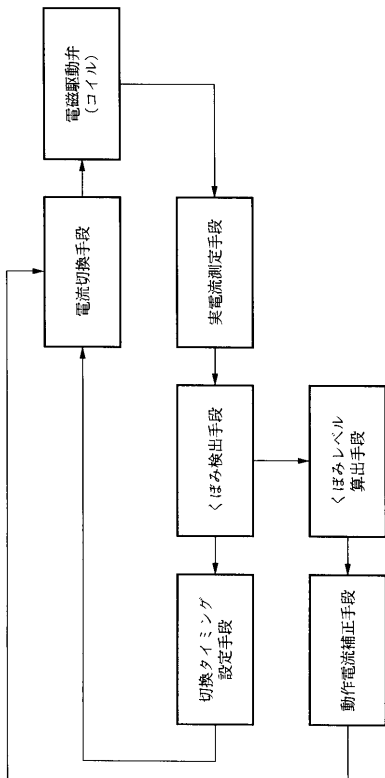
10

20

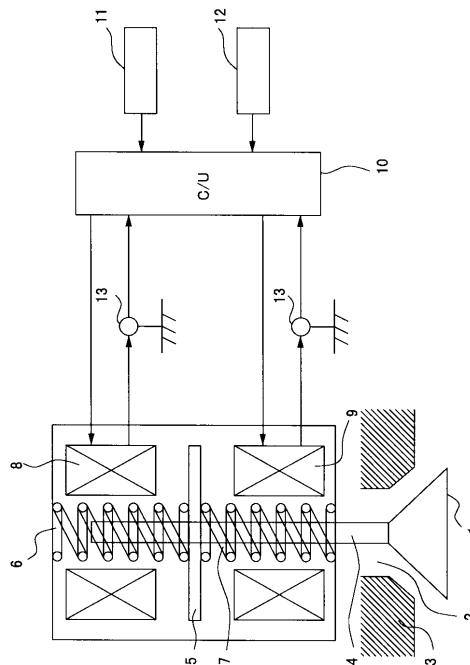
30

40

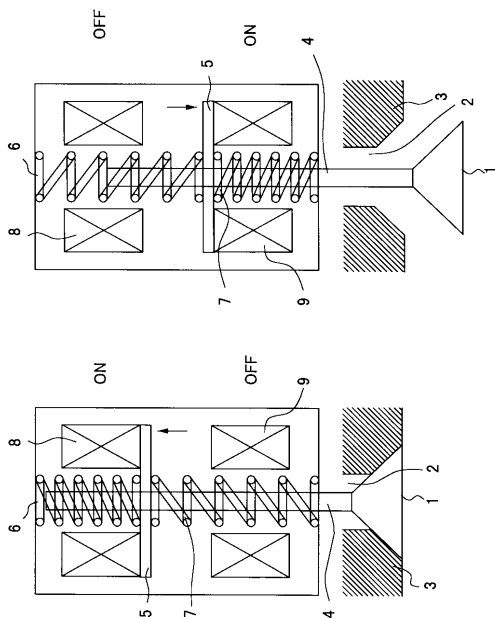
【 図 1 】



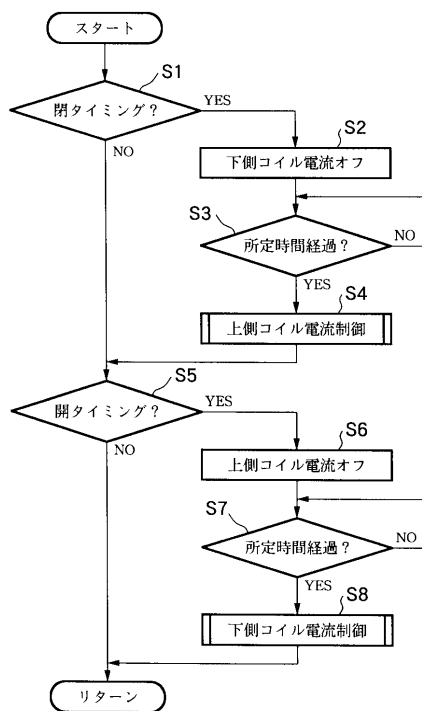
【 図 2 】



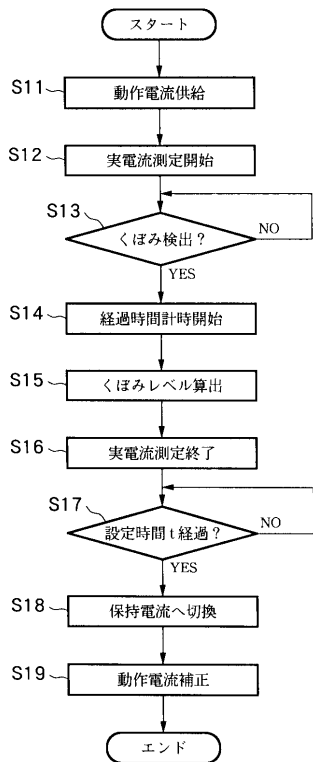
【 図 3 】



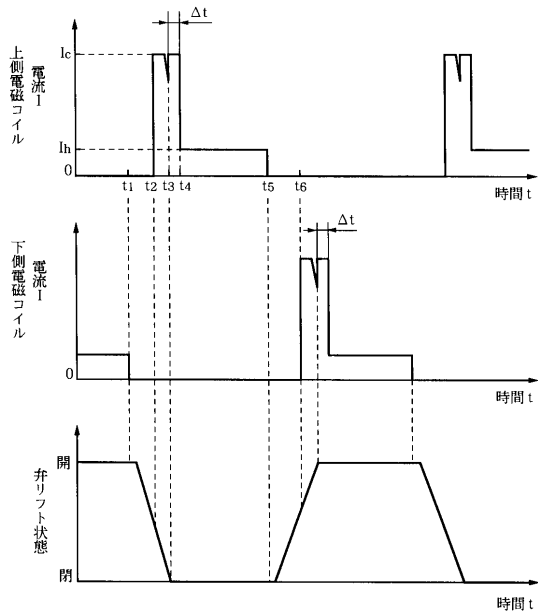
【 図 4 】



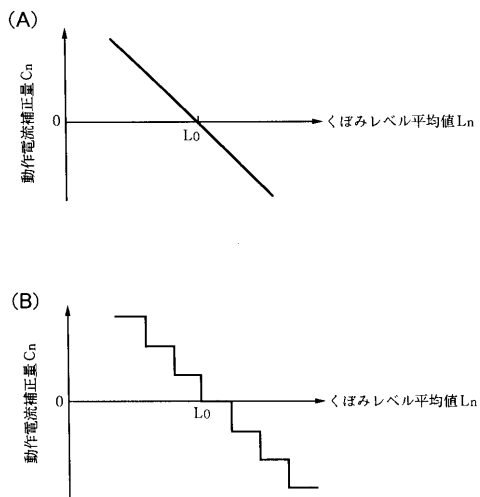
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

F16K 31/06 310

F01L 9/04

F02D 41/20 320

F02D 45/00 312