

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635673号
(P7635673)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類		F I		
F 0 2 D	43/00 (2006.01)	F 0 2 D	43/00	3 0 1 A
F 0 2 D	45/00 (2006.01)	F 0 2 D	43/00	3 0 1 E
F 0 2 P	5/15 (2006.01)	F 0 2 D	45/00	3 6 8 A
		F 0 2 D	45/00	3 6 8 F
		F 0 2 P	5/15	K
請求項の数 3 (全10頁)				
(21)出願番号 特願2021-138243(P2021-138243)		(73)特許権者	000003207	
(22)出願日 令和3年8月26日(2021.8.26)			トヨタ自動車株式会社	
(65)公開番号 特開2023-32236(P2023-32236A)			愛知県豊田市トヨタ町1番地	
(43)公開日 令和5年3月9日(2023.3.9)		(74)代理人	110004370	
審査請求日 令和6年1月25日(2024.1.25)			弁理士法人片山特許事務所	
		(72)発明者	花井 紀仁	
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内	
		(72)発明者	細木 貴之	
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内	
		(72)発明者	千田 健次	
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内	
		審査官	小関 峰夫	
最終頁に続く				

(54)【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御部と、
K C S (Knock control system) 学習により前記内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御部と、を具備し、
前記点火時期制御部は、K C S 学習値とフィードバック値とに基づき前記K C S 学習値を更新する前記K C S 学習を行い、
前記内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化部を再生するために前記空燃比制御部が前記内燃機関の空燃比を理論空燃比よりもリーンにした場合、前記点火時期制御部は、前記フィードバック値に進角側の上限を定め、かつ前記K C S 学習値の更新を停止し、
前記点火時期制御部は、前記フィードバック値をなまし処理することでフィードバックなまし値を取得し、
前記空燃比制御部が前記空燃比をリーンとした場合、前記点火時期制御部は前記フィードバックなまし値を所定の値に定め、かつ前記点火時期制御部は前記K C S 学習値の更新を停止し、
前記空燃比のリーンからの復帰時、前記所定の値に定められたフィードバックなまし値を用いて、前記点火時期制御部は前記K C S 学習値を更新する内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記フィードバック値の上限は - 3 ° C A (Crank Angle) である請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記内燃機関は複数の気筒を有し、
前記点火時期制御部は、前記 K C S 学習により前記複数の気筒における点火時期を制御し、

前記空燃比制御部は前記複数の気筒の空燃比をリーンとし、

前記空燃比制御部が前記複数の気筒の空燃比を理論空燃比よりもリーンにした場合、前記点火時期制御部は、前記フィードバック値に進角側の上限を定め、かつ前記複数の気筒に対する前記 K C S 学習値の更新を停止する請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気通路には、排気を浄化するために、フィルタなどの排気浄化部が設けられている。フィルタは粒子状物質（P M : Particulate Matter）を捕集する。P M を酸化させて除去することで、フィルタを再生することができる。例えば、内燃機関の空燃比をリーンとすることで、酸素を多くフィルタに送り込み、P M の除去を行う技術が知られている（例えば特許文献 1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2010 - 106687 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

内燃機関のノッキングを抑制するために、点火時期を遅角させることがある。一方、空燃比がリーンになると、内燃機関における燃焼圧が低下し、ノッキングが発生しにくくなる。したがって、空燃比のリーン制御中は、点火時期が進角しやすい。空燃比のリーン制御の終了後に、ノッキングが悪化する恐れがある。そこで、ノッキングの悪化を抑制することが可能な内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的は、内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御部と、K C S（Knock control system）学習により前記内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御部と、を具備し、前記点火時期制御部は、K C S 学習値とフィードバック値とに基づき前記 K C S 学習値を更新する前記 K C S 学習を行い、前記内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化部を再生するために前記空燃比制御部が前記内燃機関の空燃比を理論空燃比よりもリーンにした場合、前記点火時期制御部は、前記フィードバック値に進角側の上限を定め、かつ前記 K C S 学習値の更新を停止し、前記点火時期制御部は、前記フィードバック値をなまし処理することでフィードバックなまし値を取得し、前記空燃比制御部が前記空燃比をリーンとした場合、前記点火時期制御部は前記フィードバックなまし値を所定の値に定め、かつ前記点火時期制御部は前記 K C S 学習値の更新を停止し、前記空燃比のリーンからの復帰時、前記所定の値に定められたフィードバックなまし値を用いて、前記点火時期制御部は前記 K C S 学習値を更新する内燃機関の制御装置によって達成できる。

40

【0006】

前記フィードバック値の上限は - 3 ° C A（Crank Angle）でもよい。

【0008】

前記内燃機関は複数の気筒を有し、前記点火時期制御部は、前記 K C S 学習により前記

50

複数の気筒における点火時期を制御し、前記空燃比制御部は前記複数の気筒の空燃比をリーンとし、前記空燃比制御部が前記複数の気筒の空燃比を理論空燃比よりもリーンにした場合、前記点火時期制御部は、前記フィードバック値に進角側の上限を定め、かつ前記複数の気筒に対する前記KCS学習値の更新を停止してもよい。

【発明の効果】

【0009】

ノッキングの悪化を抑制することが可能な内燃機関の制御装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1はエンジンシステムを例示する模式図である。

10

【図2】図2(a)および図2(b)は点火時期を例示する模式図である。

【図3】図3はECUが実行する処理を例示するフローチャートである。

【図4】図4はタイムチャートを例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本実施形態の内燃機関の制御装置について説明する。図1はエンジンシステム100を例示する模式図である。エンジンシステム100は、内燃機関10およびECU(Electronic Control Unit)40を有する。

【0012】

内燃機関10は、例えばガソリンを燃料とするガソリンエンジンであり、例えば4つの気筒10a、10b、10cおよび10dを有する4気筒エンジンである。気筒10aに点火プラグ12aおよび燃料噴射弁14aが設けられている。気筒10bに点火プラグ12bおよび燃料噴射弁14bが設けられている。気筒10cに点火プラグ12cおよび燃料噴射弁14cが設けられている。気筒10dに点火プラグ12dおよび燃料噴射弁14dが設けられている。ノックセンサ26は振動を検出するセンサであり、内燃機関10のノッキングを検知する。

20

【0013】

内燃機関10には、吸気通路20および排気通路30が接続されている。吸気通路20には、上流側から順にエアフローメータ22およびスロットルバルブ24が設けられている。エアフローメータ22は空気の流量を測定する。スロットルバルブ24は空気の流量を調節する。

30

【0014】

吸気通路20はスロットルバルブ24よりも下流側において4つに分岐する。分岐した4つの通路は、内燃機関10の4つの気筒10a、10b、10cおよび10dに接続される。分岐後の4つの吸気通路20には、燃料噴射弁16a、16b、16cおよび16dが設けられている。4つの燃料噴射弁16a、16b、16cおよび16dは、内燃機関10の4つの気筒10a、10b、10cおよび10dに対応して配置されている。

【0015】

排気通路30は、4つに分岐した通路を有する。これら4つの通路は、内燃機関10の4つの気筒10a、10b、10cおよび10dに接続されており、かつ下流側で1つの通路に合流する。排気通路30には、上流側から順に空燃比センサ36、圧力センサ32、排気浄化部38、圧力センサ34が設けられている。空燃比センサ36は空燃比を検出する。

40

【0016】

排気浄化部38は例えばGPF(Gasoline Particle Filter)および触媒を含む。GPFは例えばハニカム構造のフィルタであり、排気中のPMを捕集する。触媒は例えば三元触媒であり、GPFの壁面にコーティングされており、排気中のCOおよびNOxなどを浄化する。

【0017】

圧力センサ32は排気浄化部38よりも上流側に設けられ、排気浄化部38の上流側に

50

おける排気通路 30 内の圧力を検出する。圧力センサ 34 は排気浄化部 38 よりも下流側に設けられ、排気浄化部 38 の下流側における排気通路 30 内の圧力を検出する。内燃機関 10 には EGR (Exhaust Gas Recirculation) 装置などが設けられてもよい。

【0018】

ECU40 は CPU (Central Processing Unit) などの演算装置、フラッシュメモリ、ROM (Read Only Memory) および RAM (Random Access Memory) などの記憶装置を備える制御装置であり、記憶装置に記憶されたプログラムを実行することにより各種制御を行う。

【0019】

ECU40 はスロットルバルブ 24 の開度を制御する。ECU40 は、エアフローメータ 22 から空気の流量を取得し、空燃比センサ 36 から空燃比を取得し、圧力センサ 32 から排気浄化部 38 よりも上流側の圧力を取得し、圧力センサ 34 から排気浄化部 38 よりも下流側の圧力を取得する。ECU40 は、圧力センサ 32 が検出する圧力および圧力センサ 34 が検出する圧力の差、すなわち排気浄化部 38 の上流側と下流側との差圧を算出する。

10

【0020】

ECU40 は、ノックセンサ 26 が出力する信号を取得し、ノッキングを検知する。例えば気筒ごとの燃焼のタイミングおよびノッキングのタイミングに基づき、ECU40 は気筒ごとのノッキングの頻度を取得する。

【0021】

20

ECU40 は、燃料噴射弁 14a から 14d それぞれからの燃料の供給を制御し、燃料噴射弁 16a から 16d それぞれからの燃料の供給を制御する。ECU40 は、燃料の噴射量を調整することで、内燃機関 10 の空燃比を制御する空燃比制御部として機能する。ECU40 は、理論空燃比の場合よりも燃料噴射量を減少させることで、空燃比を理論空燃比よりもリーンとすることができる (リーン制御)。空燃比をリーンとすることで、燃料供給時に比べて酸素を多く含む排気排出される。排気浄化部 38 に酸素が多く流れることで、PM が酸化され、除去される。

【0022】

ECU40 は、点火プラグ 12a から 12d それぞれによる点火のオン・オフ、および点火時期を制御する。点火時期の制御は、KCS (Knock control system、ノックコントロールシステム) 学習に基づいて行われる。KCS 学習は、点火プラグ 12a、12b、12c および 12d の点火時期のフィードバック制御である。例えばノッキングが発生すると 4 つの点火プラグの点火時期を遅角させる。ノッキングが停止すると 4 つの点火プラグの点火時期を進角させる。ECU40 は、KCS 学習に基づいて 4 つの気筒 10a から 10d すべての点火時期を制御する点火時期制御部として機能する。点火時期を制御することで、ノッキングを抑制することができる。

30

【0023】

図 2 (a) および図 2 (b) は点火時期を例示する模式図であり、KCS 学習による点火時期の決定の例を図示している。図中の上側は進角側であり、下側は遅角側である。KCS 学習では KCS 学習値およびフィードバック値 (F/B 値) を用いる。図 2 (a) は F/B 値が F/B1 の例である。図 2 (b) は F/B 値が F/B2 の例である。

40

【0024】

Bkcs はベース点火時期であり、例えば内燃機関 10 の運転領域 (回転数および負荷など)、燃料噴射のタイミングおよび噴射量、EGR 量などで決まる。Rmax は最遅角点火時期であり、例えば車種などにより決まる。A0、図 2 (a) の A1、図 2 (b) の A2 は KCS 学習値である。KCS 学習が行われることで、KCS 学習値は変化する。図 2 (a) および図 2 (b) の例では、KCS 学習値の初期値が A0 である。図 2 (a) の例では KCS 学習値が A0 から A0 よりも遅角した A1 に更新される。図 2 (b) の例では KCS 学習値が A0 から A0 よりも進角した A2 に更新される。

【0025】

50

$F/B0$ は F/B 値の進角側の限界であり、例えば $0^\circ CA$ (Crank Angle) である。 F/B 値は $F/B0$ から $Rmax$ までの範囲の値を取り得る。 F/Bi は F/B 値の初期値であり、 $F/B0$ より遅角側かつ $Rmax$ より進角側の値であり、例えば $-3^\circ CA$ である。

【0026】

図2(a)の $F/B1$ は F/B 値の一例であり、 F/Bi よりも遅角側である。 $Akcs$ は要求点火時期である。 $ECU40$ は、次式を用いて要求点火時期 $Akcs$ を算出する。
 $Akcs = Bkcs - Rmax + A0 - F/B1$

【0027】

図2(b)における F/B 値 $F/B2$ は図2(a)の $F/B1$ よりも進角している。 $ECU40$ は、次式を用いて要求点火時期 $Akcs$ を算出する。

$$Akcs = Bkcs - Rmax + A0 - F/B2$$

$F/B2$ を用いて算出される要求点火時期 $Akcs$ は、図2(a)の $Akcs$ よりも進角する。

【0028】

KCS学習は、4つの気筒10a、10b、10cおよび10dすべてを対象とする。つまり、4つの気筒10a、10b、10cおよび10dの点火時期が要求点火時期 $Akcs$ になる。

【0029】

ノックセンサ26がノッキングを検出すると、 $ECU40$ は F/B 値を例えば図2(a)の $F/B1$ など F/Bi よりも遅角側にすることで、要求点火時期 $Akcs$ を遅角させる。ノッキングが検出されない場合、 $ECU40$ は F/B 値を例えば図2(b)の $F/B2$ など F/Bi よりも進角側にすることで、要求点火時期 $Akcs$ を進角させる。

【0030】

$ECU40$ は、 F/B 値をなまし処理することで F/B なまし値を取得する。ノッキングが発生すると F/B 値は遅角され、 F/B なまし値も遅角する。ノッキングが停止すると F/B 値は進角され、 F/B なまし値も進角する。 $ECU40$ は、 F/B なまし値に基づいて、KCS学習値の更新を実施するか否かの判断を行う。

【0031】

図2(a)の例では $F/B1$ が F/Bi ($-3^\circ CA$) よりも遅角している。 $F/B1$ から得られる F/B なまし値が例えば $-4^\circ CA$ よりも遅角している場合、 $ECU40$ は KCS学習値を $A0$ から $A1$ へと遅角させる。 $ECU40$ は、更新後の KCS学習値 $A1$ を用いて点火時期を遅角させる。

【0032】

図2(b)の例では $F/B2$ が F/Bi ($-3^\circ CA$) よりも進角している。 $F/B2$ から得られる F/B なまし値が例えば $-2^\circ CA$ よりも進角している場合、 $ECU40$ は KCS学習値を $A0$ から $A2$ へと進角させる。 $ECU40$ は、更新後の KCS学習値 $A2$ を用いて点火時期を進角させる。

【0033】

図1に示すように、排気通路30には排気浄化部38が設けられている。排気浄化部38のフィルタはPMを捕集する。排気浄化部38に堆積するPMが多くなることで、差圧が大きくなる。例えば差圧が所定の大きさ以上になった場合、 $ECU40$ は空燃比を理論空燃比よりもリーンにすることで、フィルタを再生する。

【0034】

リーン制御中、内燃機関10における燃焼圧は低下するため、ノッキングは発生しにくい。リーン制御中にKCS学習が行われ、KCS学習値が更新されると、KCS学習値が進角する。リーン制御中に点火時期が進角することで、リーン制御から燃料供給への復帰時に、ノッキングが悪化する恐れがある。リーン制御が例えば数分以上または10分以上などにわたって継続すると進角量が大きくなり、ノッキングがさらに悪化する。本実施形態ではリーン制御からの復帰時のノッキングの悪化を抑制する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 3 は ECU 40 が実行する処理を例示するフローチャートである。 ECU 40 はノックセンサ 26 から入力される信号などに基づき、ノッキングが発生しているか否か判定する (ステップ S 10)。肯定判定 (Yes) の場合、 ECU 40 は F / B 値を遅角側に補正する (ステップ S 12)。否定判定 (No) の場合、 ECU 40 は F / B 値を進角側に補正する (ステップ S 14)。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 14 の後、 ECU 40 はリーン制御中であるか否か判定する (ステップ S 16)。肯定判定の場合、 ECU 40 は F / B 値に進角側の上限を定める (ステップ S 18)。上限は例えば -3°CA である。 F / B 値は -3°CA でガードされ、 -3°CA より遅角側になる。

10

【 0 0 3 7 】

ステップ S 16 で否定判定、ステップ S 12 またはステップ S 18 の後、 ECU 40 はステップ S 20 を行う。 ECU 40 は、リーン制御中であるか否か判定する (ステップ S 20)。否定判定の場合、 ECU 40 は F / B 値をなまし処理することで、 F / B なまし値を算出する (ステップ S 22)。肯定判定の場合、 ECU 40 は F / B なまし値を初期化し、初期値の -3°CA に定める (ステップ S 24)。

【 0 0 3 8 】

ECU 40 は、ステップ S 22 または S 24 で取得した F / B なまし値が -4°CA 未満 (遅角側) である、または F / B なまし値が -2°CA より大きい (進角側) か否か判定する (ステップ S 26)。肯定判定の場合、 ECU 40 は KCS 学習を行う (ステップ S 28)。否定判定の場合、 ECU 40 は KCS 学習を停止する (ステップ S 30)。 KCS 学習値は更新されない。ステップ S 28 または S 30 の後、処理は終了する。

20

【 0 0 3 9 】

図 4 はタイムチャートを例示する図である。上から順に、リーン制御フラグ、および KCS 学習フラグを示す。図 4 の時間 t_1 以前において、リーン制御フラグはオフである。 KCS 学習フラグはオンである。例えば排気浄化部 38 の上流側と下流側との間の差圧が閾値以上である場合、 ECU 40 はリーン制御フラグをオンにし (図 4 の時間 t_1)、空燃比をリーンにする。この場合、 ECU 40 は KCS 学習フラグをオフにする。 KCS 学習は停止する (図 3 のステップ S 30)。

30

【 0 0 4 0 】

本実施形態によれば、 ECU 40 は、ノッキング抑制のために、 KCS 学習によって点火時期を制御する。また、 ECU 40 は、排気浄化部 38 の再生のために空燃比を理論空燃比よりもリーンにする。リーン制御中、 ECU 40 は F / B 値に進角側の上限を定める (図 3 のステップ S 18)。 F / B 値は上限でガードされ、上限よりも遅角側の値となる。さらに、 ECU 40 は KCS 学習を停止し、 KCS 学習値を更新しない (ステップ S 30)。

【 0 0 4 1 】

リーン制御中に KCS 学習値の更新が停止することで、 KCS 学習値は例えば A0 など、リーン制御前の値を維持する。 KCS 学習値が進角されないため、点火時期の進角が抑制される。このため、リーン制御からの復帰時におけるノッキングの悪化が抑制される。

40

【 0 0 4 2 】

リーン制御中にも、 F / B 値が進角または遅角されることがある (図 3 のステップ S 12 および S 14)。 F / B 値に上限が設定されることで、 F / B 値は上限よりも遅角側の値になる。 F / B 値の上限は例えば -3°CA である。 F / B 値は上限でガードされ、例えば図 2 (a) の F / B1 などのように -3°CA よりも遅角側となる。これにより点火時期の進角が抑制される。一方、 F / B 値の遅角は許容される。ノッキングの悪化を抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

F / B 値の上限は、例えば -3°CA であり、初期値 F / B_i に等しい。上限は -3°

50

CA 以外でもよく、初期値 F / B_i と異なる値でもよい。F / B 値は上限に比べて、例えば - 0.5 ° CA 以上、- 1 ° CA 以上、- 2 ° CA 以上、- 3 ° CA 以上遅角してもよい。

【0044】

ECU40は、F / B 値をなまし処理することで F / B なまし値を取得する。リーン制御を行う場合、F / B なまし値を所定の値（例えば - 3 ° CA）とする。F / B なまし値が - 3 ° CA である場合、図3のステップ S26 で否定判定となる。ECU40は、KCS 学習を停止する（ステップ S30）。これによりノッキングの悪化を抑制することができる。

【0045】

リーン制御中、F / B 値が進角または遅角されることがある。当該 F / B 値から F / B なまし値を算出すると、F / B なまし値も進角または遅角する。リーン制御からの復帰後、F / B なまし値に基づいて KCS 学習値を更新すると、KCS 学習値が大きく変化してしまう。例えば F / B なまし値が進角すると、KCS 学習開始後に KCS 学習値が進角してしまう。本実施形態によれば、リーン制御中の F / B なまし値を所定の値（例えば - 3 ° CA）に定める。リーン制御からの復帰後、KCS 学習の開始時に、F / B なまし値は例えば - 3 ° CA である。KCS 学習値の誤学習を抑制することができる。KCS 学習値の進角を抑制し、ノッキングの悪化を抑制することができる。

【0046】

内燃機関10は4つの気筒10a、10b、10cおよび10dを有する。ECU40は、KCS 学習によってすべての気筒の点火時期を制御する。ECU40はすべての気筒における空燃比を理論空燃比よりもリーンにする。酸素を多く含む排気を排気浄化部38に供給することで、PMを酸化し、除去することができる。リーン制御中、ECU40は、すべての気筒に対する KCS 学習を停止する。4つの気筒における点火時期の進角を抑制することで、ノッキングの悪化を抑制することができる。内燃機関10の気筒の数は4つ以下でもよいし、4つ以上でもよい。燃料噴射弁の数は気筒の数に対応して変更する。

【0047】

以上本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

【0048】

10	内燃機関
10a、10b、10c、10d	気筒
12a、12b、12c、12d	点火プラグ
14a、14b、14c、14d、16a、16b、16c、16d	燃料噴射弁
20	吸気通路
22	エアフローメータ
24	スロットルバルブ
30	排気通路
32、34	圧力センサ
36	空燃比センサ
38	排気浄化部
40	ECU
100	エンジンシステム

10

20

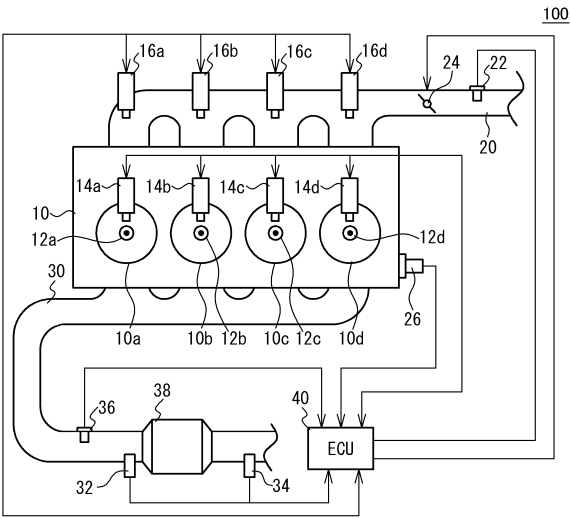
30

40

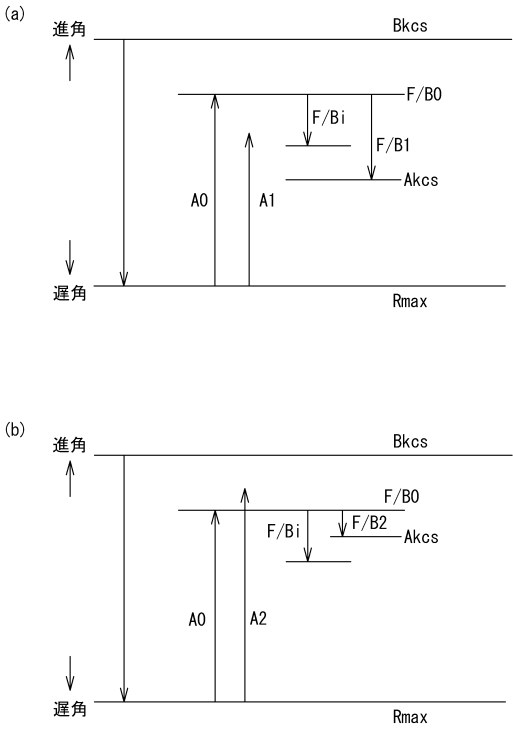
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

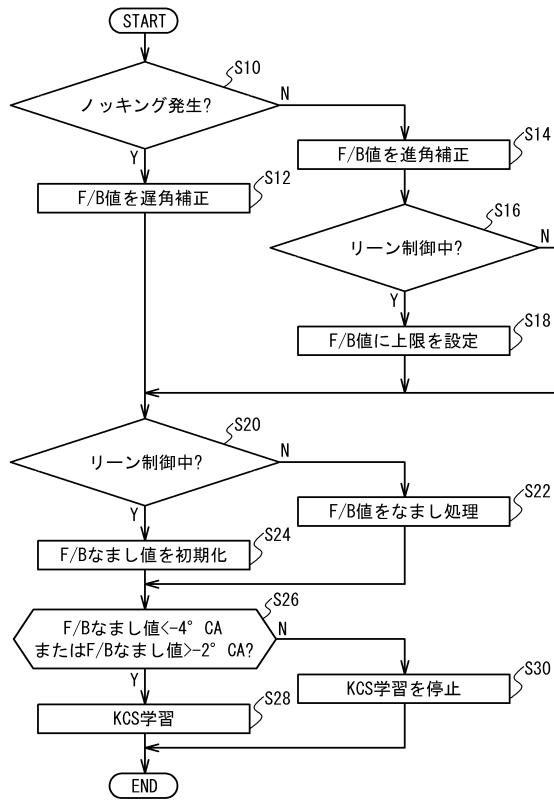
20

30

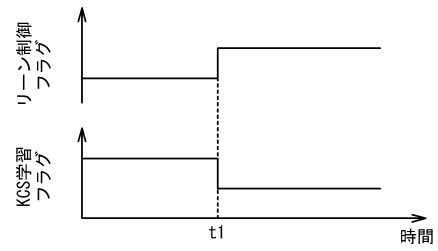
40

50

【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 8 8 9 7 5 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 3 1 9 5 9 (J P , A)
特開 2 0 2 1 - 0 2 5 4 1 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 P 5 / 1 5