

(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
2018年11月15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

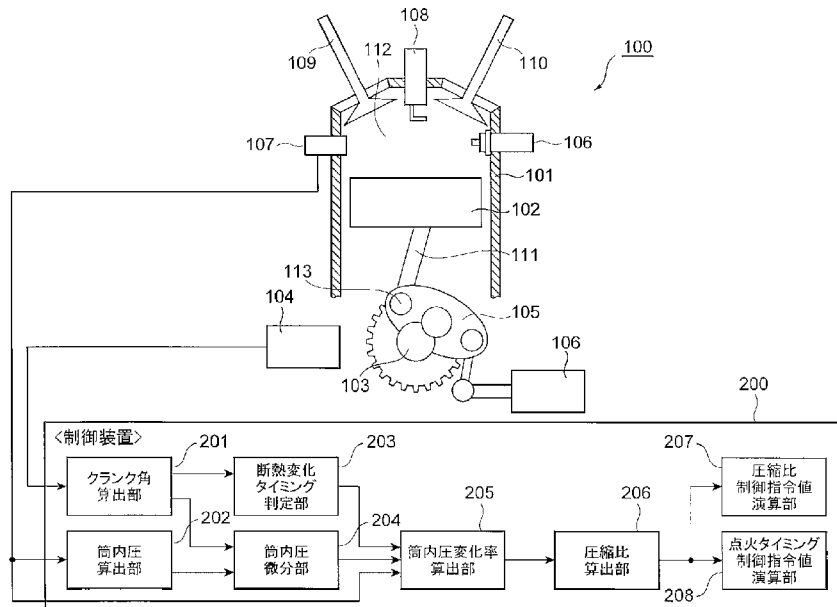
WO 2018/207412 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02D 43/00 (2006.01)
F02D 15/00 (2006.01) F02P 5/15 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003105
- (22) 国際出願日: 2018年1月31日(31.01.2018)
- (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 2017-094177 2017年5月10日(10.05.2017) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 青野 俊宏(AONO Toshihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 猿渡 匡行(SARUWATARI Masayuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 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, 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,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置

[図10]



- 200... CONTROL DEVICE
201... CRANK ANGLE CALCULATION UNIT
202... IN-CYLINDER PRESSURE CALCULATION UNIT
203... ADIABATIC CHANGE TIMING DETERMINATION UNIT
204... IN-CYLINDER PRESSURE DIFFERENTIATION UNIT
205... IN-CYLINDER PRESSURE CHANGE RATE CALCULATION UNIT
206... COMPRESSION RATIO CALCULATION UNIT
207... COMPRESSION RATIO CONTROL COMMAND VALUE CALCULATION UNIT
208... IGNITION TIMING CONTROL COMMAND VALUE CALCULATION UNIT

(57) Abstract: Provided is a control device for an internal combustion engine capable of estimating a compression ratio of the internal combustion engine at times other than when fuel to an internal combustion engine is cut off and without being affected by an intake air amount or an intake air temperature. A compression ratio ε is calculated on the basis of the change in an in-cylinder pressure P with respect to a crank angle θ at the time of an in-cylinder volume change ratio $dV/d\theta/V$ taking an extreme value or the time between an air intake valve 109 closing and ignition of an air-fuel mixture

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

in the cylinder beginning.

(57) 要約: 内燃機関の燃料カット時のみならず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関の圧縮比を推定することのできる内燃機関の制御装置を提供する。筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ が極値をとるタイミング、ないし、吸気弁109が閉じてから気筒内の混合気への着火が開始するまでのタイミングにおけるクランク角 θ に対する筒内圧 P の変化に基づき圧縮比 ε を算出する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の圧縮比を推定する制御装置に係り、特に、圧縮比を可変とする可変圧縮比機構を備えた内燃機関(可変圧縮比内燃機関)の圧縮比を推定する制御装置に関する。

背景技術

[0002] この種の従来技術として、例えば特許文献1には、内燃機関のピストンとクランクシャフトとが複数のリンク部材を介して連結されているとともに、これらのリンク部材の自由度を制限するコントロールリンクを有し、このコントロールリンクの基端がコントロールシャフトの偏心軸に揺動可能に連結され、このコントロールシャフトの回転位置に応じて圧縮比が変化する可変圧縮比内燃機関において、内燃機関の燃料カット中に、上記コントロールシャフトの所定圧縮比状態での保持に必要なトルクのサイクル中のピーク値を求め、このピークトルクから実圧縮比を推定する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-174757号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上記特許文献1に所載のように、トルクのサイクル中のピーク値(ピークトルク)から圧縮比を推定する方法では、トルクのピーク値は燃焼により発生する熱量の影響を受けるので、内燃機関の燃料カットの場合に限定する必要がある。また、トルクのピーク値は吸気量や吸気温度の影響を受けるので、吸気量や吸気温度を正確に計測するか、あるいは、一定の条件に制約する必要があるという問題がある。

[0005] 本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、

内燃機関の燃料カット時のみならず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関の圧縮比を推定することのできる内燃機関の制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る内燃機関の制御装置は、ピストンに連結されたクランク軸の回転に同期して吸気弁及び排気弁が開閉する気筒を有する内燃機関の圧縮比を推定する制御装置において、前記吸気弁が閉じてから前記気筒内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングにおけるクランク角に対する筒内圧の変化に基づき前記圧縮比を算出することを特徴としている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、内燃機関の燃料カット時のみならず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関の圧縮比を推定することができる。

[0008] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明による制御装置が適用される内燃機関の一例を示す図。

[図2]クランク角と筒内体積の関係の一例を示す図。

[図3]圧縮比に応じた、クランク角と筒内体積の関係の一例を示す図。

[図4]クランク角と筒内圧の関係の一例を示す図。

[図5]筒内体積をクランク角で微分した筒内体積微分値の一例を示す図。

[図6]筒内体積微分値を筒内体積で正規化した筒内体積変化率の一例を示す図。

[図7]筒内体積変化率と圧縮比の関係の一例を示す図。

[図8]筒内圧をクランク角で微分した筒内圧微分値を筒内圧で正規化した筒内圧変化率と圧縮比の関係の一例を示す図。

[図9]上段から、筒内圧、筒内圧微分値、筒内圧変化率の一例を示す図。

[図10]本発明による制御装置の一実施形態の内部構成を示すブロック図。

[図11]指令値と実圧縮比の関係の一例を示す図。

[図12]目標圧縮比と実圧縮比の一例を示す図。

[図13]図10に示す制御装置の他例の内部構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る内燃機関の制御装置の実施形態について図面を参照して説明する。

[0011] 本発明による制御装置が適用される内燃機関(可変圧縮比内燃機関)(以下、エンジンや可変圧縮比エンジンということもある)を図1に示す。

[0012] 図示実施形態の内燃機関100では、クランク軸103の回転と同期してシリンダ(気筒)101に設けられた吸気弁109、排気弁110が開閉することで、シリンダ101内(筒内もしくは燃焼室内)に空気(吸気)が取り込まれる。取り込んだ空気の中に、インジェクタ106から燃料が噴射され、シリンダ101内に燃料と空気の混合気が生成される。この混合気に点火プラグ108から点火(着火)すると、爆発エネルギーによりピストン102が押し下げられ、このピストン102への押し下げ力がコネクティングロッド111及びリンク機構105を通してクランク軸103に伝えられて、クランク軸103が回転する。クランク軸103の回転は、例えば、不図示のミッションを経てタイヤの回転になり、内燃機関100が搭載された自動車等の推進力となる。

[0013] このような内燃機関100において、クランク軸103のクランク角 θ (クランク角センサ104により計測されるクランク角 θ)と、シリンダ101とピストン102とで囲まれた燃焼室112内の体積(筒内体積) V との関係は、図2に示すようになる。すなわち、ピストン102の位置が最も高くなる上死点TDC(Top Dead Center)において体積 V は最小値 V_{min} をとり、ピストン102の位置が最も低くなる下死点BDC(Bottom Dead Center)において体積 V は最大値 V_{max} をとる。この最小値 V_{min} と最大値 V_{max} の比 V_{max}/V_{min} を圧縮比 ε とよぶ。一般に、圧縮比 ε が大きいほど、エンジン100は効率が良くなるが、

高負荷域で圧縮比 ε を大きくすると、ノックが発生し、エンジン100の破損につながる。可変圧縮比エンジン100はこのような背景から開発されたもので、低負荷域では圧縮比 ε を大きくし、高負荷域では圧縮比 ε を小さくすることで、当該内燃機関100の効率を向上させている。前述のような圧縮比 ε を可変とする機構(可変圧縮比機構)は、その構成自体はよく知られたものであるが、本実施形態の内燃機関100では、圧縮比コントローラ106により前記リンク機構105を制御することで、コネクティングロッド111とリンク機構105の結合点113とクランク軸103との距離が変化し、前述のクランク角 θ と体積 V の関係が変化し、これにより、圧縮比 ε が機械的に可変制御される。当該可変圧縮比エンジン100での、クランク角 θ と体積 V の関係は、例えば図3に示すようになり、異なる圧縮比 ε_1 、 ε_2 、 ε_3 のそれぞれに対して、クランク角 θ と体積 V の関係が与えられる。なお、圧縮比 ε は必ずしも離散ではなく、連続的に変化することもある。

[0014] ところで、このような内燃機関100では、リンク機構105の製造ばらつき等の理由により、当該内燃機関100の運転状態を制御する制御装置200(後述する図10、13参照)が指令した圧縮比と、実際に制御された結果の圧縮比とが異なることがあるため、この実際の圧縮比(実圧縮比) ε を推定する必要がある。

[0015] ここで、内燃機関100の高効率化のためには、当該内燃機関100の燃焼状態を計測して、フィードバックすることが望ましく、最近では、筒内圧センサ107をシリンダ101に取り付けてシリンダ101内の圧力(筒内圧) P を計測することが検討されている。燃料カット時の筒内圧 P は図4の破線のようになり、燃焼しているときの筒内圧 P は図4の実線のようになる。シリンダ101内の吸気量 n と吸気温度 T がわかっていて、筒内圧 P が計測できれば、体積 V は、気体の状態方程式から以下の(式1)で求められる。ただし、 R は空気と燃料の混合気の気体定数である。

[0016]

[数1]

$$V = \frac{nRT}{P} \quad (\text{式 1})$$

[0017] そして、筒内圧 P を計測したタイミングでのクランク角 θ と体積 V から、図3に示す圧縮比ごとのクランク角 θ と体積 V の関係を参照して、圧縮比 ε を特定できる。

[0018] ところで、前述の圧縮比 ε の特定方法は、吸気量 n と吸気温度 T がわかっていることが前提であるが、実際のエンジン100で、気筒内の温度を計測するのは困難である。また、吸気量を計測するエアフローセンサが付設されているが、エアフローセンサを通過した空気がどのようにエンジン100の各気筒に入っていくのかを推定することも困難である。そこで、本実施形態では、吸気量 n や吸気温度 T がわからなくても、圧縮比 ε を推定する方法を提案する。

[0019] シリンダ101に備えられた吸気弁109を閉じてから混合気が着火して燃焼が始まるまでは、シリンダ101内は熱の出入りがない断熱過程と考えることができる。このとき、体積(筒内体積) V と圧力(筒内圧) P との間には、熱力学の分野で広く知られた以下の(式2)で示す関係が成り立つ。

[0020] [数2]

$$P \cdot V^\gamma = \text{Constant} \quad (\text{式 2})$$

[0021] (式2)を、クランク軸103のクランク角 θ で微分すると、以下の(式3)となる。

[0022] [数3]

$$V^\gamma \cdot \frac{dP}{d\theta} + \gamma \cdot P \cdot V^{(\gamma-1)} \cdot \frac{dV}{d\theta} = 0 \quad (\text{式 3})$$

[0023] (式3)の両辺を $P \cdot V^\gamma$ で割ると、以下の(式4)となる。

[0024] [数4]

$$\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{d\theta} = -\gamma \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{d\theta} \quad (\text{式 4})$$

[0025] 図3に示すように、可変圧縮比エンジン100の体積 V とクランク角 θ の関係は、圧縮比 ε によって V 軸方向に平行移動すると近似できるので、図5に示す $dV/d\theta$ (筒内体積(燃焼室内体積) V をクランク角 θ で微分した筒内体積微分値)は圧縮比 ε に依存しない。

[0026] 一方で、圧縮比ごとの $dV/d\theta/V$ (図5に示す筒内体積微分値を筒内体積で正規化した筒内体積変化率)は図6に示すようになり、 $dV/d\theta/V$ は、上死点TDCの 30° ほど前の θ_{peak} で極値をとり、このときに圧縮比 ε による違いが最も大きくなることがわかる。前述の θ_{peak} における $dV/d\theta/V$ と圧縮比 ε の関係は例えば図7に示すようになる。

[0027] ここで、式4より、 $dP/d\theta/P$ (筒内圧 P をクランク角 θ で微分した筒内圧微分値を筒内圧 P で正規化した筒内圧変化率)と $dV/d\theta/V$ は比例するので、圧縮比 ε と $dP/d\theta/P$ の間には図8の実線に示す関係がある。したがって、図9に示すように、 θ_{peak} 付近で筒内圧 P を計測し(図9の上段の図)、筒内圧 P をクランク角 θ で微分して筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を算出し(図9の中段の図)、この筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を筒内圧 P で正規化して筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を求める(図9の下段の図)。そして、事前を取得しておいた図8に示すような筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と圧縮比 ε の関係に基づき、実際の圧縮比(実圧縮比) ε を推定する。

[0028] なお、式4に着目すると、この式4は筒内圧 P と体積 V と比熱比 γ だけの式である。比熱比 γ は、気体の成分が決まれば一意に決まる。燃料の成分比が変化しても、この比熱比 γ はほぼ1.3程度の値なので、式4は運転条件によらず成り立つと考えられる。

[0029] また、図9の下段の図(筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を示す図)を注意深く観察すると、 $dP/d\theta/P$ は、 θ_{peak} のタイミングだけではなく、その前後でも、圧縮比 ε に依存して変化することがわかる。 θ_{peak} の前後 Δ において、 $dP/d\theta/P$ と圧縮比 ε の関係をプロットすると、例えば図8の破線や一点破線に示すようになる。この関係を用いても、 $dP/d\theta/P$ から圧縮比(実圧縮比) ε を推定できることがわかる。

[0030] ここで、 θ_{peak} の前後どこまでの範囲の $dP/d\theta/P$ が圧縮比 ε と相関をもつ

かが問題となるが、式4が成り立つ範囲、すなわち、式2~4の導出の前提とした燃焼室112内が断熱変化している範囲、より詳細には、吸気弁109の閉弁タイミングIVC(Intake Valve Close)から、燃焼室112内の空気と燃料の混合気が着火して熱発生が始まるまでの範囲である(図6及び図9参照)。

[0031] なお、上記説明では、筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ とが比例するという関係から、筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を求めて実圧縮比 ε を推定するものとしているが、筒内圧 P と筒内体積 V との関係が予め取得されていれば、筒内圧 P をクランク角 θ で微分した筒内圧微分値(つまり、クランク角 θ に対する筒内圧 P の変化) $dP/d\theta$ から実圧縮比 ε を推定(算出)できることは詳述するまでも無い。

[0032] 上述のように、本実施形態の制御装置200は、吸気弁109が閉じてからシリンダ(気筒)101内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングにおけるクランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ に基づき圧縮比 ε を算出する。より具体的には、制御装置200は、クランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ を筒内圧 P で正規化した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ に基づき圧縮比を算出する。これにより、内燃機関100の実際の圧縮比 ε を推定することができる。

[0033] 図10は、上述した圧縮比推定を実現する、本発明による制御装置の一実施形態の内部構成を示したものである。

[0034] 図10に示す制御装置200は、基本的に、入出力ポート、RAM、ROM、CPU等を含むマイクロコンピュータで構成されており、主に、クランク角算出部201と、筒内圧算出部202と、断熱変化タイミング判定部203と、筒内圧微分部204と、筒内圧変化率算出部205と、圧縮比算出部206とを備える。

[0035] クランク角算出部201では、クランク軸103に設けられたクランク角センサ104の信号を取得してクランク軸103のクランク角 θ を算出する。

[0036] 筒内圧算出部202では、シリンダ101に設けられた筒内圧センサ10

7の信号を取得してシリンダ101内の圧力(筒内圧)Pを算出する。

[0037] 断熱変化タイミング判定部203では、前記クランク角算出部201で算出したクランク角 θ が、燃焼室112内(筒内)が断熱変化するタイミングか否か(すなわち、吸気弁109が閉じてからシリンダ101内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングか否か)を判定する。

[0038] 筒内圧微分部204では、前記クランク角算出部201で算出したクランク角 θ に対して前記筒内圧算出部202で算出した筒内圧P(異なる圧縮比に対応した3つの例を図9の上段の図に示す)を微分して筒内圧微分値 $dP/d\theta$ (図9の上段の図に示される3つの筒内圧Pを微分した結果を図9の中段の図に示す)を算出する。

[0039] 筒内圧変化率算出部205では、前記断熱変化タイミング判定部203で燃焼室112内が断熱変化していると判定したタイミングで、前記筒内圧微分部204で算出した筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を筒内圧Pで正規化して筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ (図9の中段の図に示される3つの筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を正規化した結果を図9の下段の図に示す)を算出する。なお、図9では、筒内圧Pから算出した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を示しているが、この全ての範囲の筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を計算する必要はなく、 θ_{peak} もしくはその付近での筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を計算できればよい。

[0040] 圧縮比算出部206では、前記筒内圧変化率算出部205で算出した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と、図8に示すような予め求められた筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と圧縮比 ε との関係から、圧縮比(実圧縮比) ε を算出する。

[0041] これにより、内燃機関100の燃料カット時に限定せず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関100の実際の圧縮比 ε を推定することができる。

[0042] また、本実施形態の制御装置200には、前記圧縮比算出部206で算出(推定)した圧縮比 ε に基づいてフィードバック制御を行うための構成として、前記圧縮比算出部206で算出した圧縮比 ε に基づいて、可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値を演算する圧縮比制御指令値演算部

207や、前記圧縮比算出部206で算出した圧縮比 ε に基づいて、前記点火プラグ108によるシリンダ101内の混合気の点火タイミングを制御するための点火タイミング制御の指令値を演算する点火タイミング制御指令値演算部208等が更に備えられている。

[0043] 前述のように、可変圧縮比エンジン100では、リンク機構105の製造ばらつき等の理由により、制御装置200が指令した圧縮比(目標圧縮比)と、実際に制御された結果の圧縮比(実圧縮比)が異なることがある。例えば、予め制御装置200に与えられた指令値と実圧縮比の関係が図11の実線で示す関係であるとする。ところが、リンク機構105の製造誤差により点線で示す特性に変化していたとすると、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ を実現するために可変圧縮比機構(を構成するリンク機構105を制御する圧縮比コントローラ106)に指令値 ε_c を入力しても、実際の圧縮比は ε_r になってしまう。

[0044] そこで、圧縮比制御指令値演算部207では、前記圧縮比算出部206で算出した圧縮比 ε_r と目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ との差 $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\text{target}} - \varepsilon_r$ を算出し、図11の実線や点線で示す予め求められた制御特性の傾き K で $\Delta\varepsilon$ を除した値 $\Delta\varepsilon/K$ に基づき指令値 ε_c を補正することで、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ を実現する。すなわち、本実施形態の制御装置200は、圧縮比算出部206で算出された圧縮比 ε_r が予め設定された目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ と異なる場合に、算出された圧縮比 ε_r と目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ の差 $\Delta\varepsilon$ に基づき可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値 ε_c を補正する。より具体的には、本実施形態の制御装置200は、圧縮比算出部206で算出された圧縮比 ε_r と目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ との差 $\Delta\varepsilon$ を予め求められた制御特性の傾き K で除した値 $\Delta\varepsilon/K$ に基づき、可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値 ε_c を補正する。この構成により、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ を実現することができる。

[0045] また、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ は一定ではなく、回転数・負荷等の内燃機関100の運転状態によっても変化する。例えば、図12の実線で示すように目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ が与えられていて、前記圧縮比算出部206で実際の圧縮比

ε が推定されたら、圧縮比制御指令値演算部 207 では、その圧縮比 ε が目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ (内燃機関 100 の運転状態によって定まる目標値) をトレース(追従)するように圧縮比制御の指令値を制御することで、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ を実現することもできる。

[0046] また、前記圧縮比算出部 206 で算出した圧縮比の推定値は、目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ を実現する以外の応用もある。

[0047] 例えば、リンク機構 105 の製造ばらつき以外に、圧縮比 ε の変化要因としては、すす等の堆積物の付着も考えられる。前記のような可変圧縮比機構があれば、これを制御して、堆積物の付着分の圧縮比変化を補正すればよいが、可変圧縮比機構がない場合もあり得る。このような場合には、変化した圧縮比を制御する代わりに、点火タイミング、空燃比、あるいはターボチャージャがついたエンジンなら過給圧等を制御することで、エンジン 100 を安定に且つ効率的に制御することができる。

[0048] 例えば、すす等の堆積物によって圧縮比 ε が上昇してしまったとすると、その圧縮比 ε の上昇は、前述の構成にて検出できる。

[0049] 通常のエンジンでは、効率を良くするために、シリンダ 101 内の混合気の点火タイミングをノック限界まで進角させている。進角させた状態で、堆積物により圧縮比 ε が上昇して予め設定された目標圧縮比 $\varepsilon_{\text{target}}$ より大きくなってしまったらノックが発生してしまう。そこで、前記点火タイミング制御指令値演算部 208 では、圧縮比 ε の上昇を検知したときに、これに応じて点火タイミングを遅角するように前記点火プラグ 108 への点火タイミング制御の指令値を制御することで、ノックを回避することができる。

[0050] このように、本実施形態の制御装置 200 は、吸気弁 109 が閉じてからシリンダ(気筒) 101 内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングにおけるクランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ に基づき圧縮比 ε を算出する。より具体的には、制御装置 200 は、クランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ を筒内圧 P で正規化した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ に基づき圧縮比 ε を算出する。これにより、内燃機関 100 の燃料カット時のみならず、また、吸

気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関 100 の実際の圧縮比 ε を推定することができる。

[0051] 図13は、図10に示す制御装置 200 の他例の内部構成を示したものである。

[0052] 図13に示す制御装置 210 は、図10に示す制御装置 200 の断熱変化タイミング判定部 203 を、クランク角算出部 201 で算出したクランク角 θ から、予め入力した筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ (クランク角 θ に対する筒内体積 V の変化 $dV/d\theta$ を筒内体積 V で正規化した値) が極値をとるタイミング θ_{peak} (図6及び図9参照) を判定する極値タイミング判定部 211 に置き換えたものである。なお、制御装置 210 における極値タイミング判定部 211 以外の構成は、上記図10に示す制御装置 200 の各構成とほぼ同じである。

[0053] 詳しくは、制御装置 210 のクランク角算出部 201 では、クランク軸 103 に設けられたクランク角センサ 104 の信号を取得してクランク軸 103 のクランク角 θ を算出する。

[0054] 筒内圧算出部 202 では、シリンダ 101 に設けられた筒内圧センサ 107 の信号を取得してシリンダ 101 内の圧力(筒内圧) P を算出する。

[0055] 極値タイミング判定部 211 では、前記クランク角算出部 201 で算出したクランク角 θ が、予め入力した筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ が極値をとるタイミング θ_{peak} と一致するか否かを判定する。

[0056] 筒内圧微分部 204 では、前記クランク角算出部 201 で算出したクランク角 θ に対して前記筒内圧算出部 202 で算出した筒内圧 P (異なる圧縮比に対応した3つの例を図9の上段の図に示す) を微分して筒内圧微分値 $dP/d\theta$ (図9の上段の図に示される3つの筒内圧 P を微分した結果を図9の中段の図に示す) を算出する。

[0057] 筒内圧変化率算出部 205 では、前記極値タイミング判定部 211 で判定した筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ が極値となるタイミングで、前記筒内圧微分部 204 で算出した筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を筒内圧 P で正規化して筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ (図9の中段の図に示される3つの筒内圧微分値 $dP/d\theta$ を正規化した結果

を図9の下段の図に示す)を算出する。なお、図9では、筒内圧 P から算出した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を示しているが、この全ての範囲の筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を計算する必要はなく、 θ_{peak} での筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ を計算できればよい。

[0058] 圧縮比算出部206では、前記筒内圧変化率算出部205で算出した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と、図8に示すような予め求められた筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ と圧縮比 ε との関係から、圧縮比(実圧縮比) ε を算出する。

[0059] これにより、図10に示す例と同様、内燃機関100の燃料カット時に限定せず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関100の実際の圧縮比 ε を推定することができる。

[0060] このように、本実施形態の制御装置210は、筒内体積変化率 $dV/d\theta/V$ が極値をとるタイミングにおけるクランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ に基づき圧縮比 ε を算出する。より具体的には、制御装置210は、クランク角 θ に対する筒内圧 P の変化 $dP/d\theta$ を筒内圧 P で正規化した筒内圧変化率 $dP/d\theta/P$ に基づき圧縮比 ε を算出する。これにより、内燃機関100の燃料カット時のみならず、また、吸気量や吸気温度の影響を受けずに、内燃機関100の実際の圧縮比 ε を推定できるとともに、圧縮比 ε の推定精度を高めることができる。

[0061] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形形態が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

[0062] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、または、ICカ

ード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0063] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0064] 100…内燃機関
101…シリンダ
101…ピストン
103…クランク軸
104…クランク角センサ
105…リンク機構
106…インジェクタ
107…筒内圧センサ
108…点火プラグ
109…吸気弁
110…排気弁
111…コネクティングロッド
112…燃焼室
113…結合点
200、210…制御装置
201…クランク角算出部
202…筒内圧算出部
203…断熱変化タイミング判定部
204…筒内圧微分部
205…筒内圧変化率算出部
206…圧縮比算出部
207…圧縮比制御指令値演算部
208…点火タイミング制御指令値演算部

2 1 1 ...極値タイミング判定部

請求の範囲

- [請求項1] ピストンに連結されたクランク軸の回転に同期して吸気弁及び排気弁が開閉する気筒を有する内燃機関の圧縮比を推定する制御装置において、
- 前記吸気弁が閉じてから前記気筒内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングにおけるクランク角に対する筒内圧の変化に基づき前記圧縮比を算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、
- クランク角に対する筒内圧の変化を筒内圧で正規化した筒内圧変化率に基づき前記圧縮比を算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の内燃機関の制御装置において、
- 予め求められた前記筒内圧変化率と前記圧縮比の関係から前記圧縮比を算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、
- クランク角に対する筒内体積の変化を筒内体積で正規化した筒内体積変化率が極値をとるタイミングにおけるクランク角に対する筒内圧の変化に基づき前記圧縮比を算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、
- 前記内燃機関には、前記圧縮比を可変とする可変圧縮比機構が備えられており、
- 前記制御装置は、算出された圧縮比が予め設定された目標圧縮比と異なる場合に、前記算出された圧縮比と前記目標圧縮比の差に基づき前記可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の内燃機関の制御装置において、
- 前記制御装置は、前記算出された圧縮比と前記目標圧縮比の差を予

め求められた制御特性の傾きで除した値に基づき前記圧縮比制御の指令値を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項7]

請求項1に記載の内燃機関の制御装置において、

前記内燃機関には、前記圧縮比を可変とする可変圧縮比機構が備えられており、

前記制御装置は、算出された圧縮比が前記内燃機関の運転状態によって定まる目標値に追従するように前記可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項8]

請求項1に記載の内燃機関の制御装置において

算出された圧縮比が予め設定された目標圧縮比より大きい場合に、前記気筒内の混合気の点火タイミングを遅くするように点火タイミング制御の指令値を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項9]

ピストンに連結されたクランク軸の回転に同期して吸気弁及び排気弁が開閉する気筒を有する内燃機関の圧縮比を推定する制御装置において、

前記クランク軸のクランク角を算出するクランク角算出部と、

前記気筒の筒内圧を算出する筒内圧算出部と、

前記クランク角算出部で算出したクランク角から、前記吸気弁が閉じてから前記気筒内の混合気への着火が開始されるまでのタイミングを判定する断熱変化タイミング判定部と、

前記クランク角算出部で算出したクランク角に対して前記筒内圧算出部で算出した筒内圧を微分して筒内圧微分値を算出する筒内圧微分部と、

前記断熱変化タイミング判定部で判定したタイミングで、前記筒内圧微分値を筒内圧で正規化して筒内圧変化率を算出する筒内圧変化率算出部と、

前記筒内圧変化率算出部で算出した筒内圧変化率に基づいて前記圧

縮比を算出する圧縮比算出部と、を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項10]

請求項9に記載の内燃機関の制御装置において、

前記圧縮比算出部で算出した圧縮比に基づいて、前記圧縮比を可変とする可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値を演算する圧縮比制御指令値演算部、及び／又は、前記圧縮比算出部で算出した圧縮比に基づいて、前記気筒内の混合気の点火タイミングを制御するための点火タイミング制御の指令値を演算する点火タイミング制御指令値演算部を更に備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項11]

ピストンに連結されたクランク軸の回転に同期して吸気弁及び排気弁が開閉する気筒を有する内燃機関の圧縮比を推定する制御装置において、

前記クランク軸のクランク角を算出するクランク角算出部と、

前記気筒の筒内圧を算出する筒内圧算出部と、

前記クランク角算出部で算出したクランク角から、クランク角に対する筒内体積の変化を筒内体積で正規化した筒内体積変化率が極値をとるタイミングを判定する極値タイミング判定部と、

前記クランク角算出部で算出したクランク角に対して前記筒内圧算出部で算出した筒内圧を微分して筒内圧微分値を算出する筒内圧微分部と、

前記極値タイミング判定部で判定したタイミングで、前記筒内圧微分値を筒内圧で正規化して筒内圧変化率を算出する筒内圧変化率算出部と、

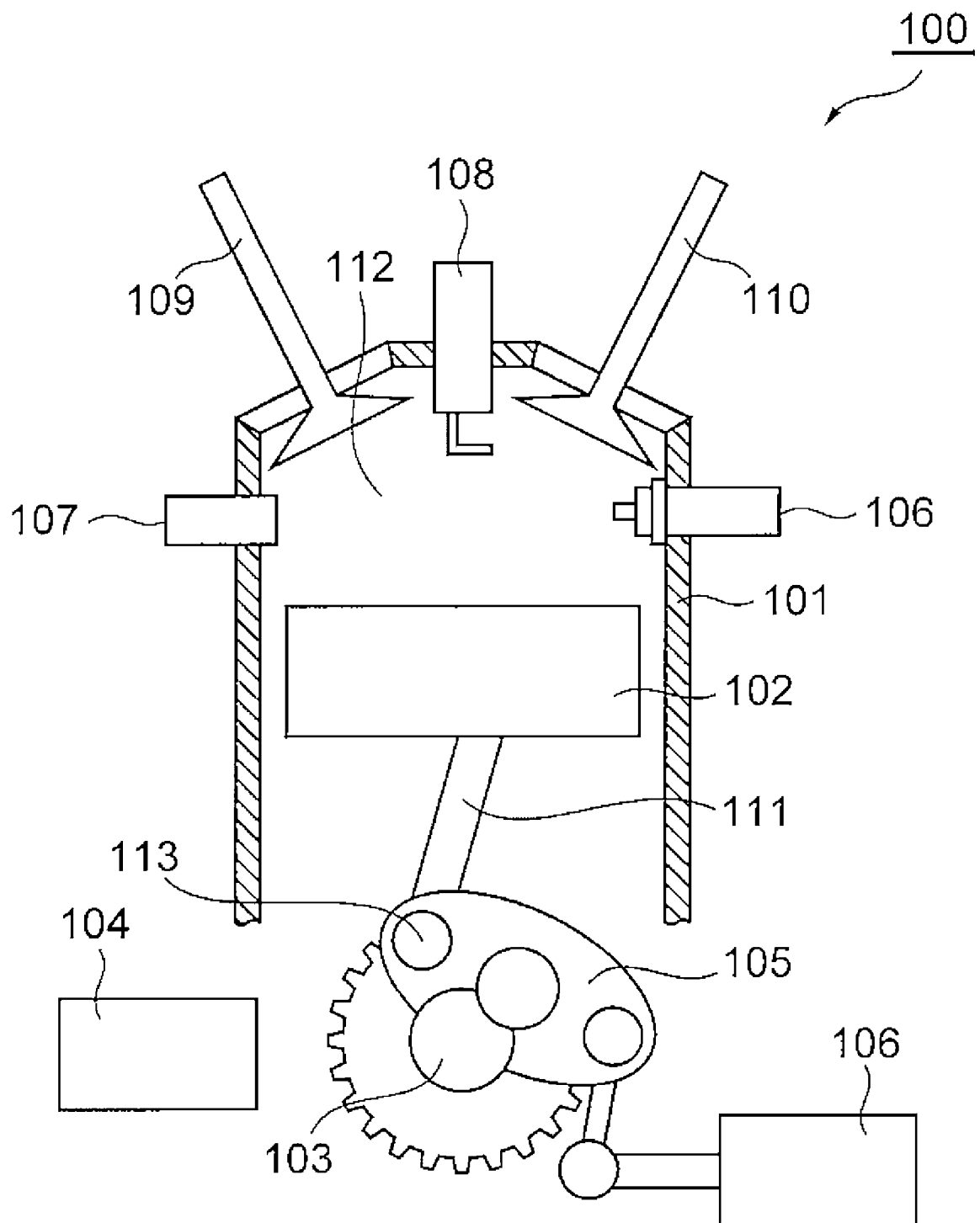
前記筒内圧変化率算出部で算出した筒内圧変化率に基づいて前記圧縮比を算出する圧縮比算出部と、を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項12]

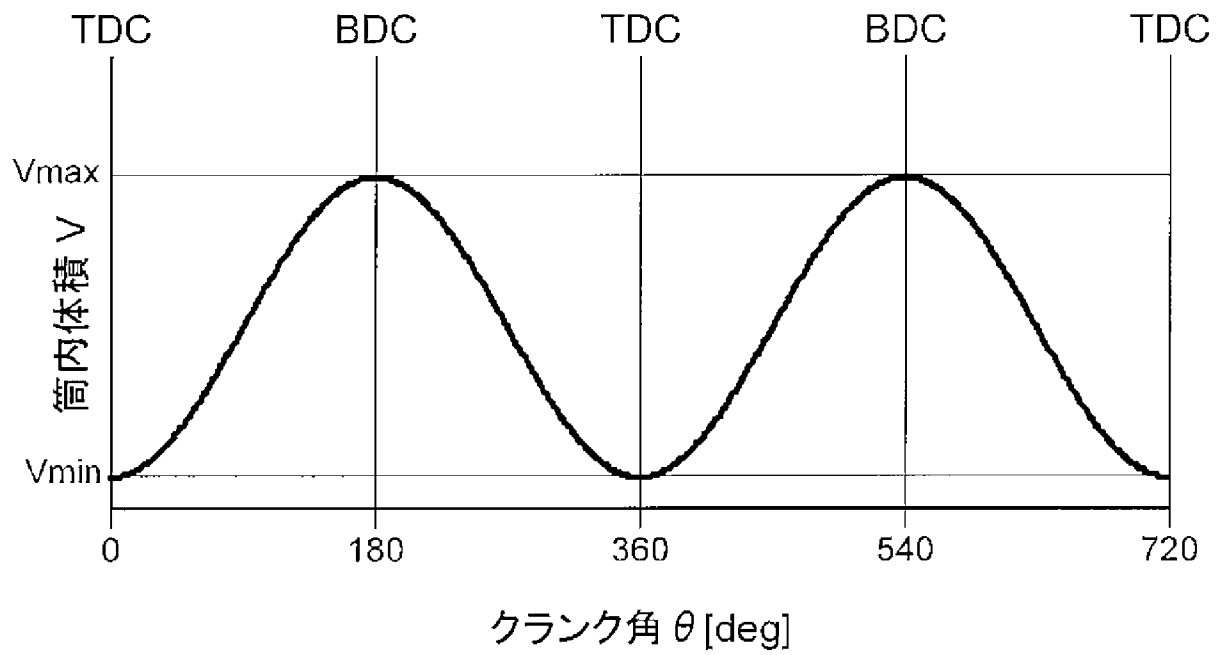
請求項11に記載の内燃機関の制御装置において、

前記圧縮比算出部で算出した圧縮比に基づいて、前記圧縮比を可変とする可変圧縮比機構を可変制御するための圧縮比制御の指令値を演算する圧縮比制御指令値演算部、及び／又は、前記圧縮比算出部で算出した圧縮比に基づいて、前記気筒内の混合気の点火タイミングを制御するための点火タイミング制御の指令値を演算する点火タイミング制御指令値演算部を更に備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

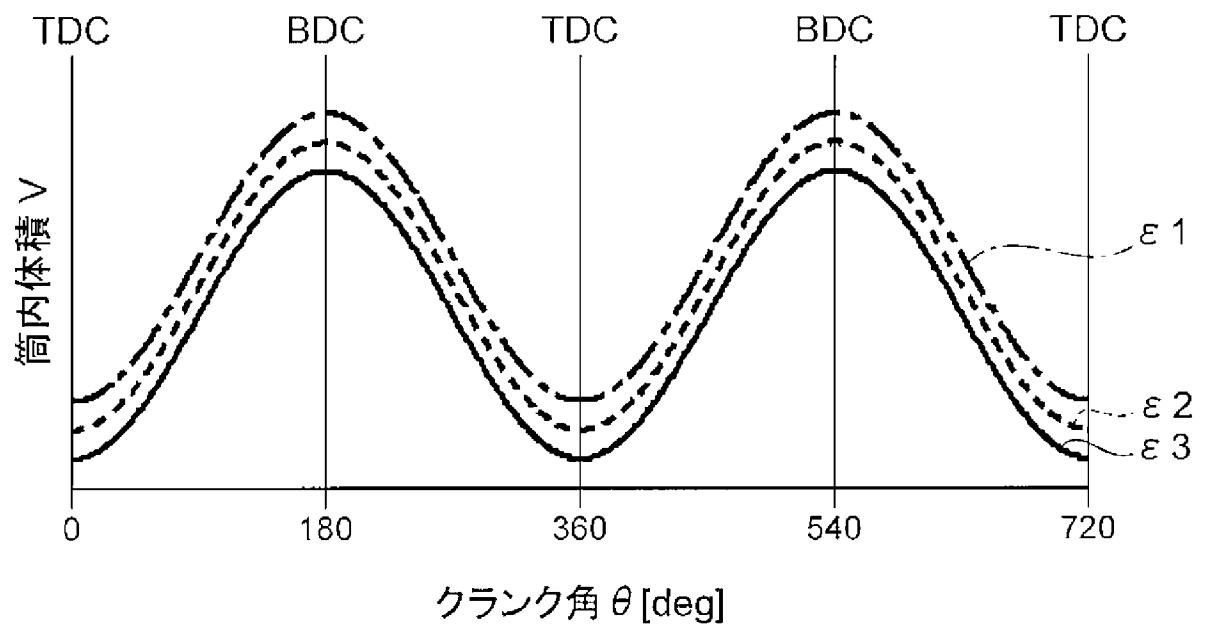
[図1]



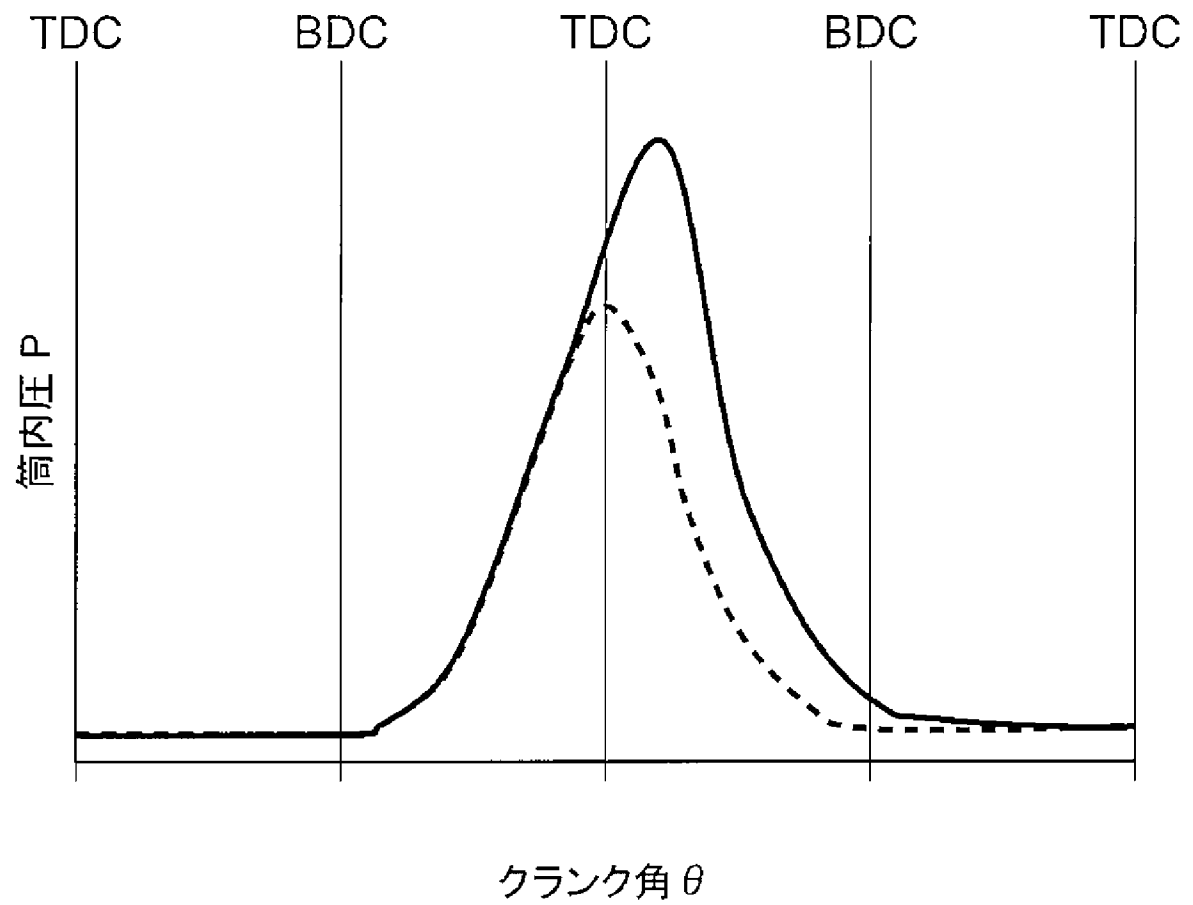
[図2]



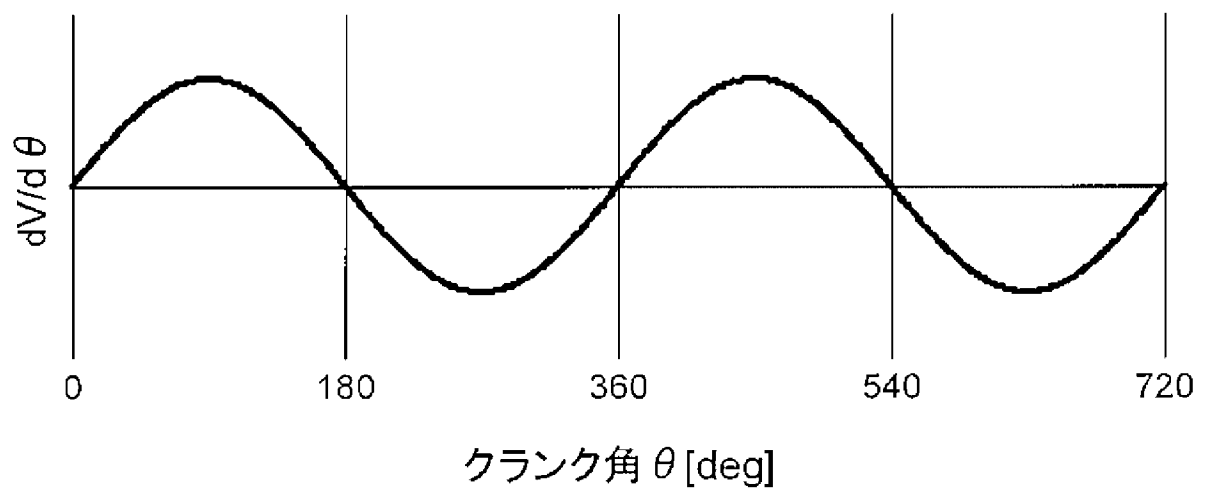
[図3]



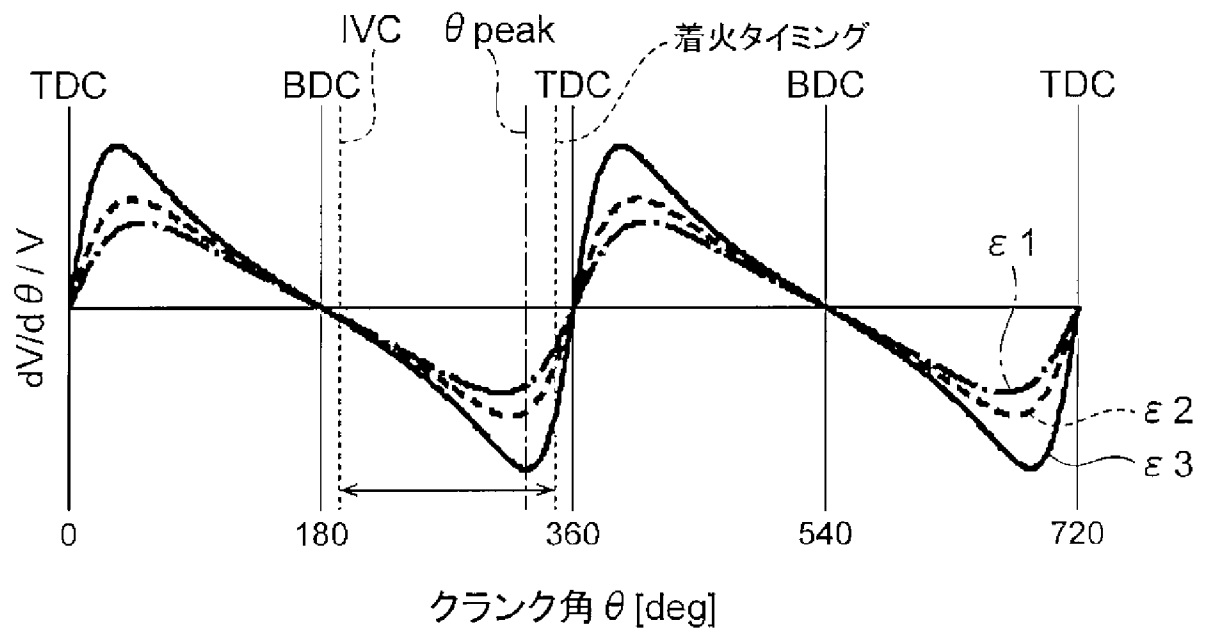
[図4]



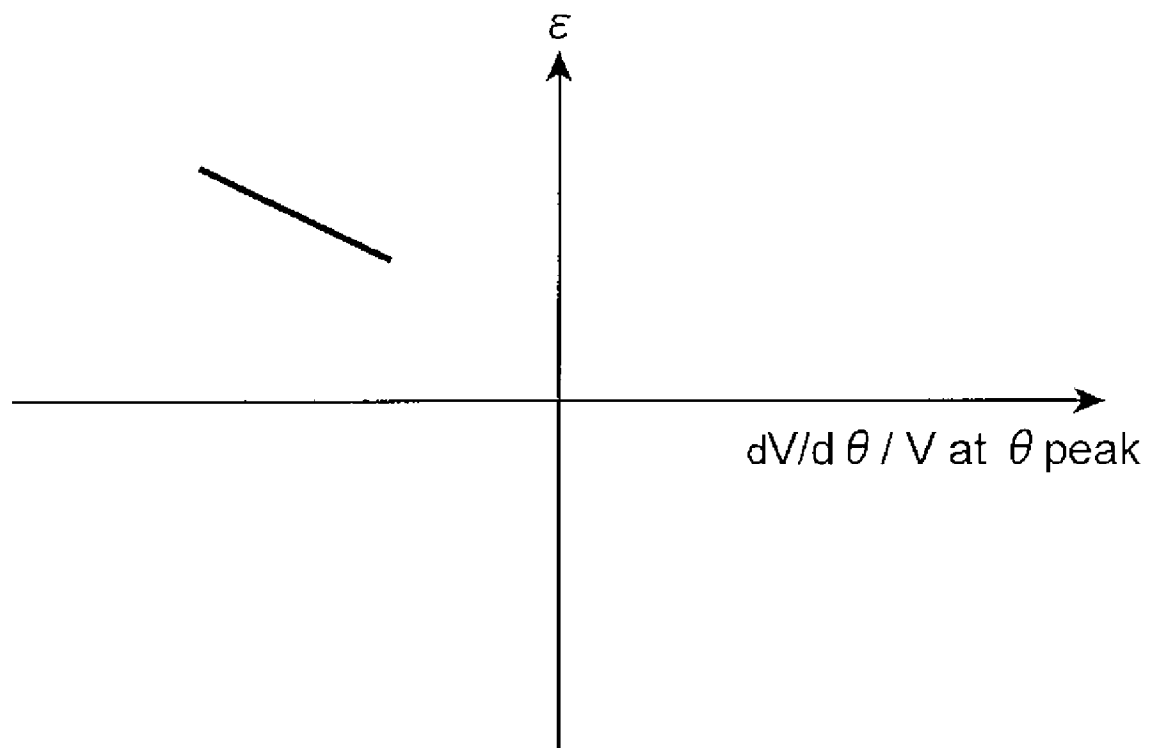
[図5]



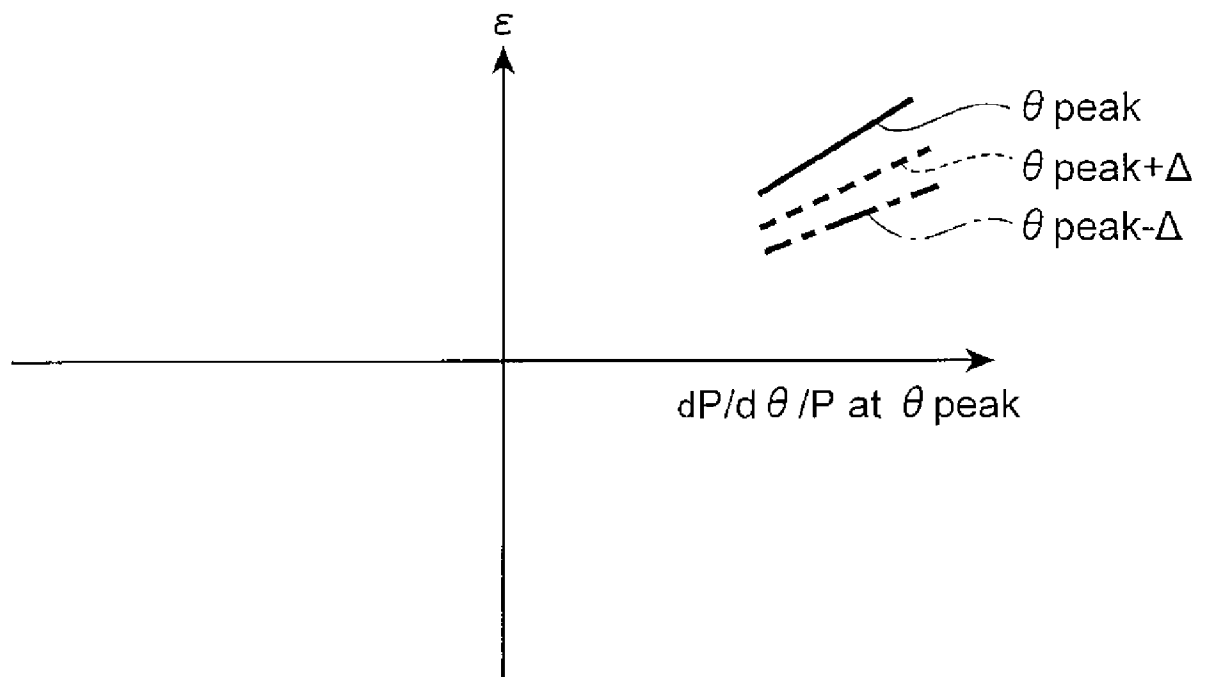
[図6]



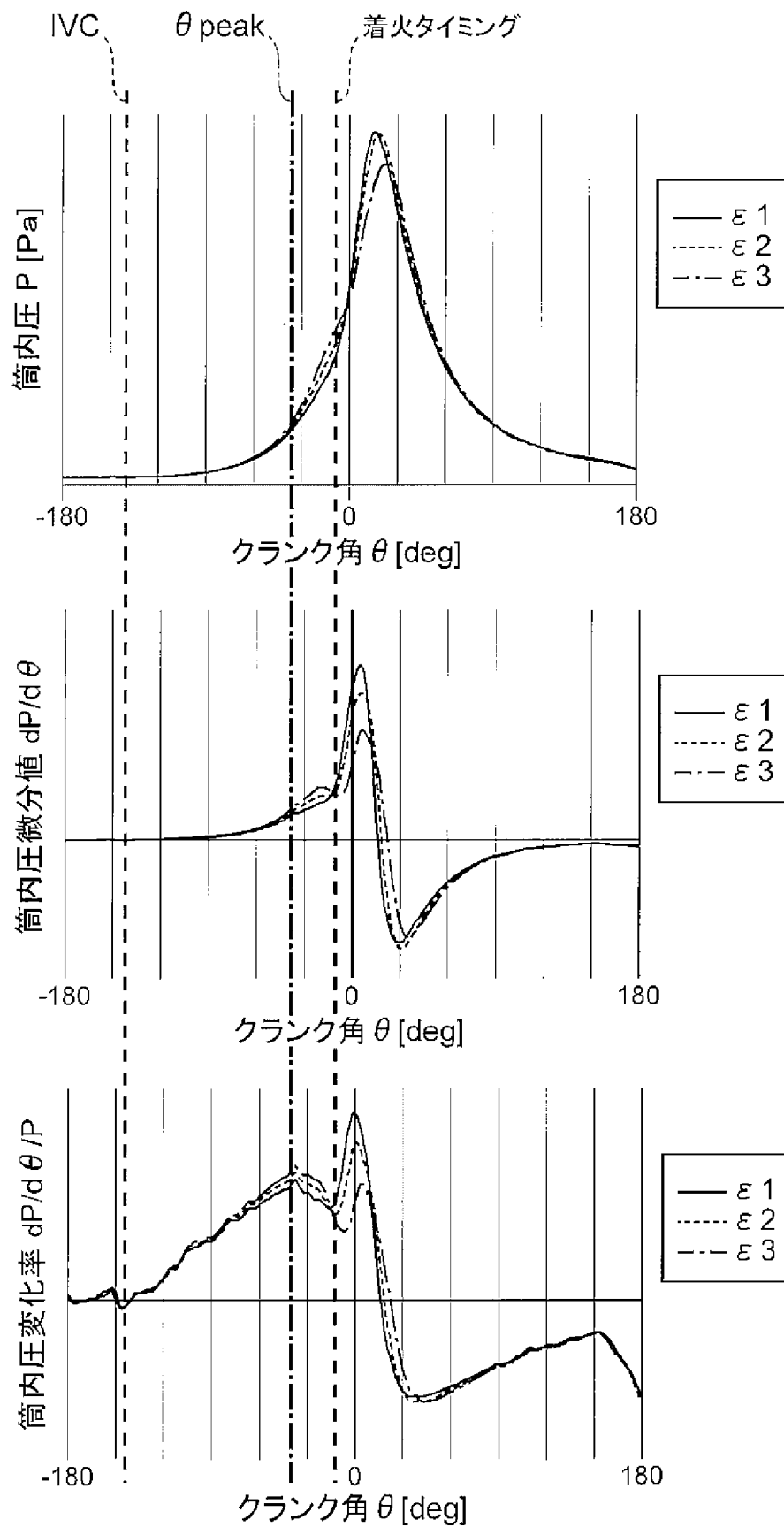
[図7]



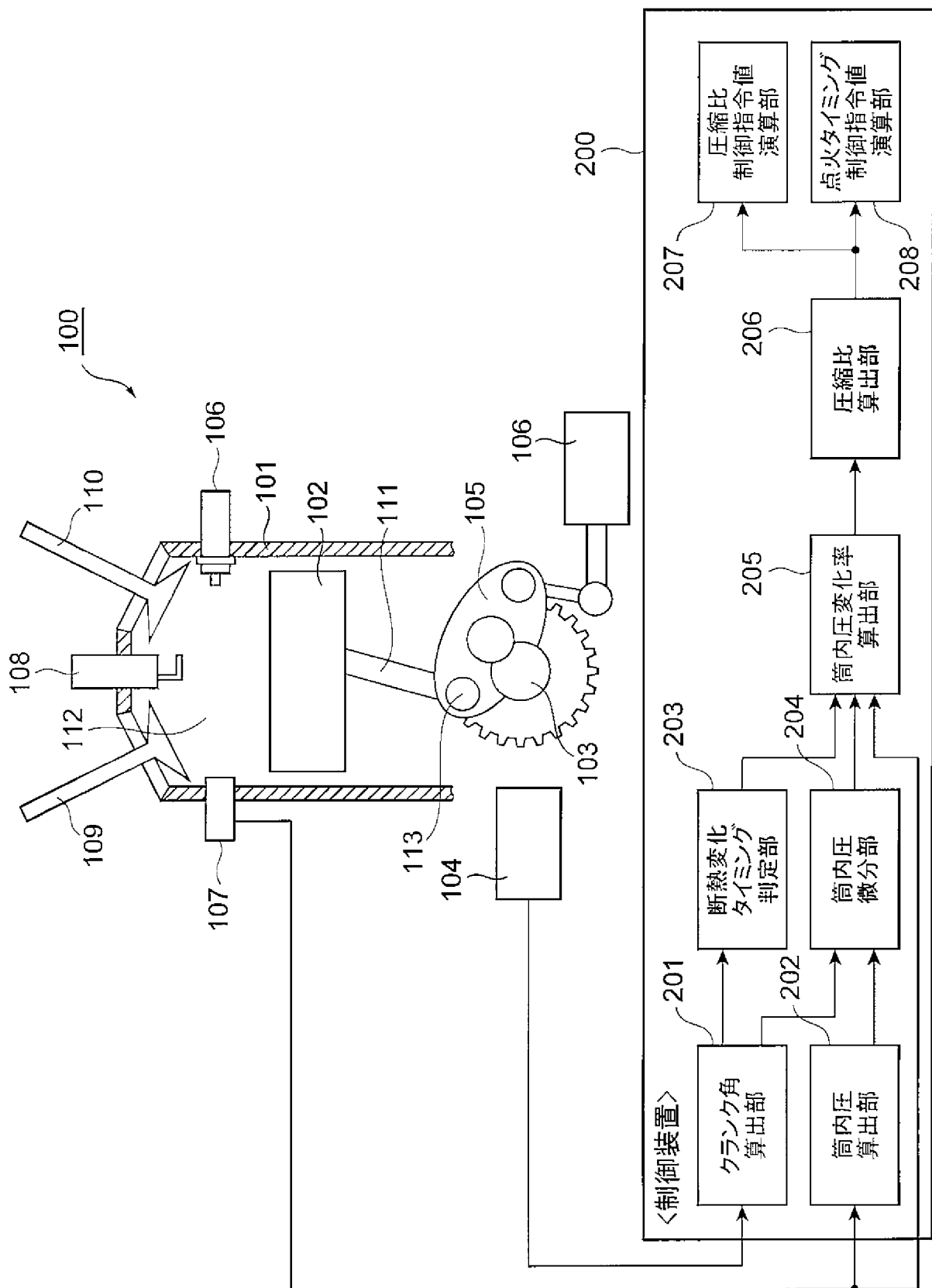
[図8]



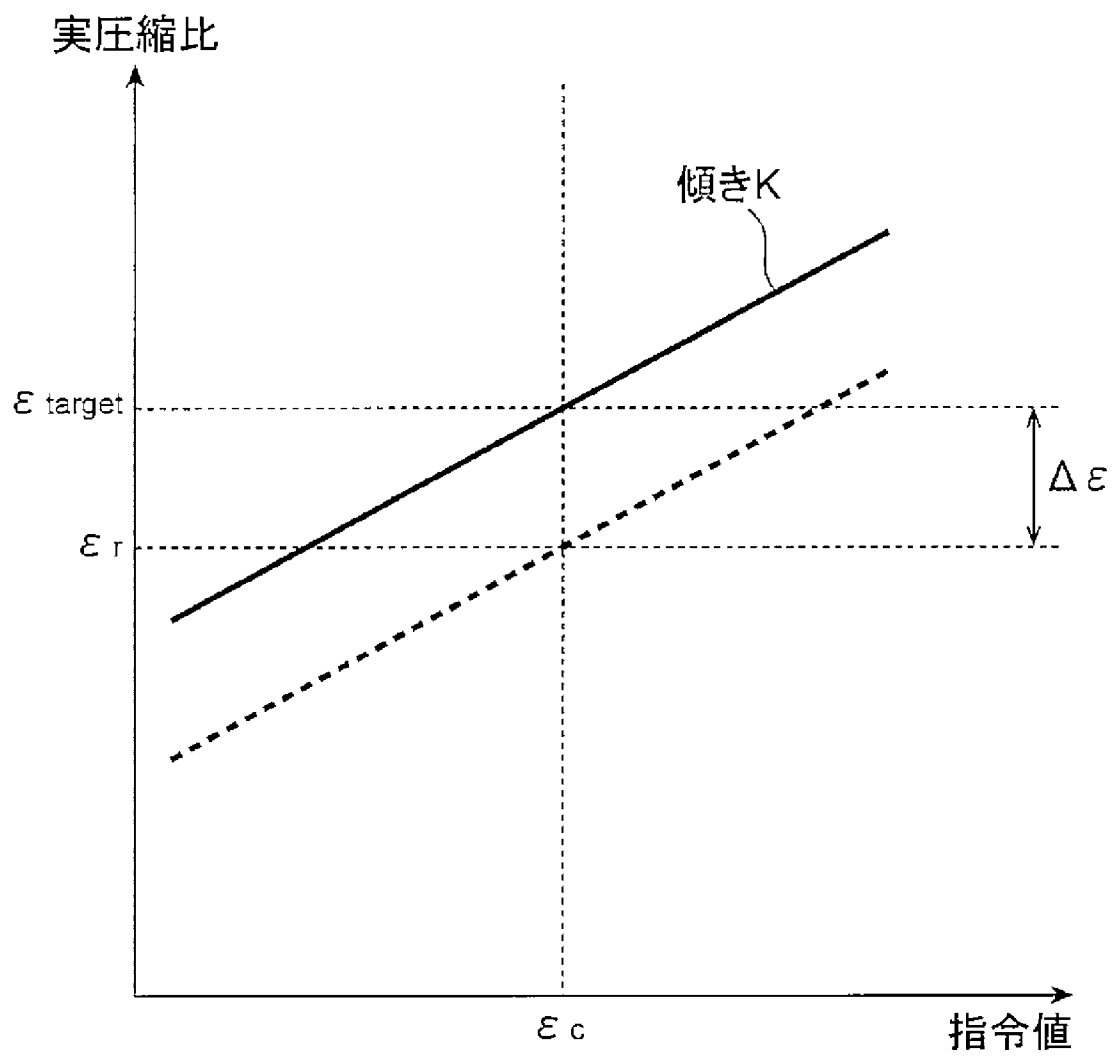
[図9]



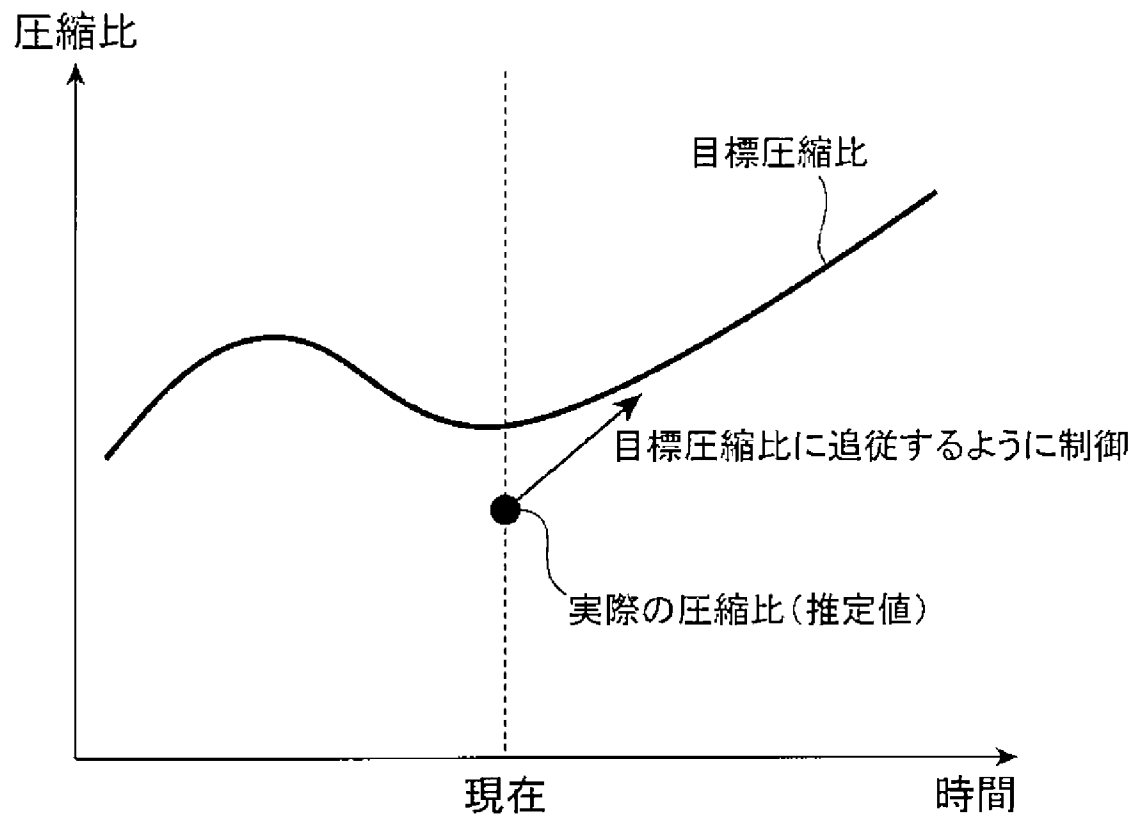
[図10]



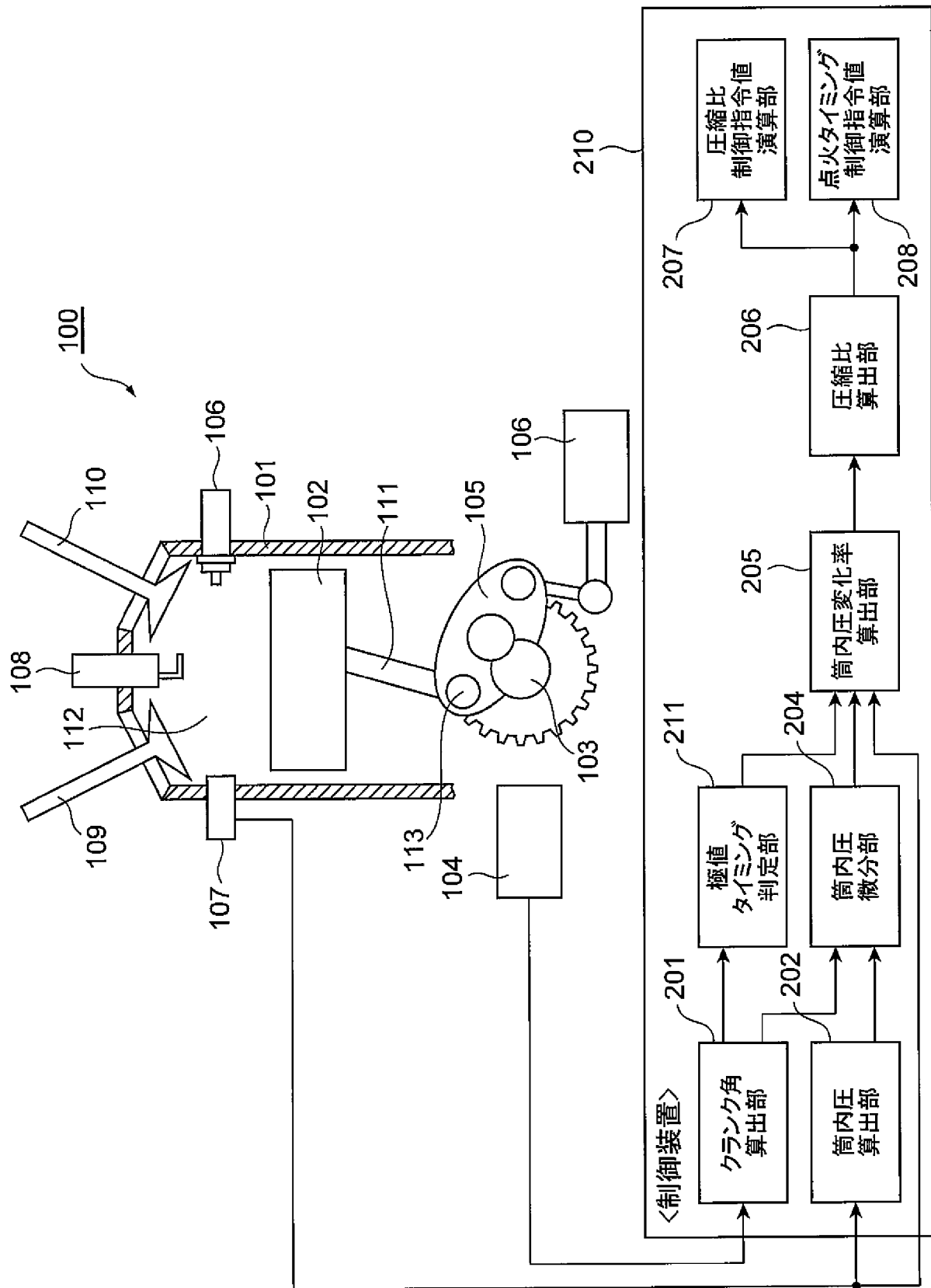
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02D45/00 (2006.01) i, F02D15/00 (2006.01) i, F02D43/00 (2006.01) i, F02P5/15 (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. F02D45/00, F02D15/00, F02D43/00, F02P5/15

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 Y A	JP 2005-140054 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 02 June 2005, paragraphs [0155], [0157]-[0167] (Family: none)	1-3, 5-7 8 4, 9-12
Y A	WO 2014/141729 A1 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 18 September 2014, paragraph [0011] (Family: none)	8 10, 12

☐ 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
15.05.2018

Date of mailing of the international search report
29.05.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02D15/00(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02P5/15(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. F02D45/00, F02D15/00, F02D43/00, F02P5/15

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 Y A	JP 2005-140054 A（トヨタ自動車株式会社）2005.06.02, 段落 [0155]、[0157] - [0167] (ファミリーなし)	1-3, 5-7 8 4, 9-12
Y A	WO 2014/141729 A1（日産自動車株式会社）2014.09.18, 段落 [0011] (ファミリーなし)	8 10, 12

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

15.05.2018

国際調査報告の発送日

29.05.2018

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）

比嘉 貴大

3Z

5562

電話番号 03-3581-1101 内線 3395