

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7288552号
(P7288552)

(45)発行日 令和5年6月7日(2023.6.7)

(24)登録日 令和5年5月30日(2023.5.30)

(51)国際特許分類

F 0 1 L	1/352(2006.01)	F 0 1 L	1/352	
F 0 1 L	13/00 (2006.01)	F 0 1 L	13/00	3 0 1 Z
F 0 2 D	13/02 (2006.01)	F 0 2 D	13/02	H

請求項の数 11 (全27頁)

(21)出願番号 特願2022-534931(P2022-534931)
 (86)(22)出願日 令和3年5月19日(2021.5.19)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2021/019019
 (87)国際公開番号 WO2022/009532
 (87)国際公開日 令和4年1月13日(2022.1.13)
 審査請求日 令和4年11月14日(2022.11.14)
 (31)優先権主張番号 特願2020-116924(P2020-116924)
 (32)優先日 令和2年7月7日(2020.7.7)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 509186579
 日立A s t e m o 株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74)代理人 110000925
 弁理士法人信友国際特許事務所
 大畠 英一郎
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (72)発明者 日立A s t e m o 株式会社内
 津田 真吾
 審査官

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転の相対回転位相を変更して、前記カムシャフトにより開閉される吸気弁のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置と、

前記クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサと、
を備える内燃機関を制御する内燃機関の制御装置において、

前記吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、前記吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を閉弁完了角度、前記開弁開始角度と前記閉弁完了角度との中間を中間角度、前記開弁開始角度と前記中間角度との中間を第1中間角度と定義した場合に、

前記バルブタイミング制御装置を制御し、前記吸気弁が開弁を開始した後、前記第1中間角度を超えるまで前記吸気弁のリフト量を抑制し、その後、前記中間角度に至るタイミングで前記吸気弁を最大リフト位置に変化させるバルブタイミング制御部を有する

内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記中間角度と前記閉弁完了角度との中間を第2中間角度と定義した場合に、

前記バルブタイミング制御部は、前記吸気弁が最大リフト位置に到達した後、前記第2中間角度を超えるまで前記吸気弁を最大リフト位置に維持させる

請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】

前記バルブタイミング制御部は、前記吸気弁の開弁開始から閉弁完了するまでの期間に

、前記カムシャフトを遅角側に制御する第1制御を実施することにより、前記吸気弁が開弁開始した後、前記吸気弁のリフト量を抑制する

請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項4】

前記バルブタイミング制御部は、前記第1制御を実施してから、前記カムシャフトを進角側に戻す制御を行った後、前記吸気弁が最大リフト位置に到達するタイミングで、前記カムシャフトを遅角側に制御する第2制御を実施することにより、前記吸気弁を最大リフト位置に維持させる

請求項3に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項5】

クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転の相対回転位相を変更して、前記カムシャフトにより開閉される吸気弁のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置と、

前記クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサと、を備える内燃機関を制御する内燃機関の制御装置において、

前記バルブタイミング制御装置を制御し、前記吸気弁が開弁を開始してから閉弁を完了するまでの間に、前記カムシャフトの作動角を遅角と進角の順に制御する第1作動角制御を実施するバルブタイミング制御部を有する

内燃機関の制御装置。

【請求項6】

前記バルブタイミング制御部は、前記第1作動角制御の後に、前記カムシャフトの作動角を遅角と進角の順に制御する第2作動角制御を実施する

請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項7】

前記第1作動角制御と前記第2作動角制御の実施期間は等しい

請求項6に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項8】

前記吸気弁が開弁するクランク角度を開弁開始角度、前記吸気弁が閉弁するクランク角度を閉弁完了角度、前記開弁開始角度と前記閉弁完了角度との中間を中間角度、前記開弁開始角度と前記中間角度との中間を第1中間角度と定義した場合に、

前記第1作動角制御は、前記開弁開始角度から前記中間角度となる期間に実施し、

前記第2作動角制御は、前記中間角度から前記閉弁完了角度となる期間に実施する

請求項7に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項9】

前記吸気弁の開弁は、内燃機関の始動時における前記クランクシャフトの回転開始から最初の開弁である

請求項1乃至8の何れかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項10】

クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転の相対回転位相を変更して、前記カムシャフトにより開閉される吸気弁のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置と、

前記クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサと、を備える内燃機関の制御方法において、

前記吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、前記吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を閉弁完了角度、前記開弁開始角度と前記閉弁完了角度との中間を中間角度、前記開弁開始角度と前記中間角度との中間を第1中間角度と定義した場合に、

前記吸気弁が開弁を開始した後、前記第1中間角度を超えるまで前記吸気弁のリフト量を抑制し、その後、前記中間角度に至るタイミングで前記吸気弁を最大リフト位置に変化させる

内燃機関の制御方法。

【請求項11】

クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転の相対回転位相を変更して、前記カムシ

10

20

30

40

50

ヤフトにより開閉される吸気弁のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置と、前記クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサと、を備える内燃機関の制御方法において、

前記吸気弁が開弁を開始してから閉弁を完了するまでの間に、前記カムシャフトの作動角を遅角と進角の順に制御する第1作動角制御を実施する

内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、吸気弁や排気弁の開閉タイミングを制御する内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

自動車の内燃機関（エンジン）は、燃費や排気低減に対応するために、電動化技術が進められている。例えば、アイドルストップ後のエンジンの再始動には、従来のセルスターに代えて、フルハイブリッド用の主機モータや、マイルドハイブリッド用のISG（Integrated Starter Generator, モータ機能付発電機）などを用いて、エンジンの初期駆動を行う。

【0003】

エンジンの初期駆動においては、エンジンをモータで回すため、筒内における圧縮圧力の変化に伴う振動が生じる。この振動を抑制するためには、筒内における圧縮圧力の変化を小さくする必要がある。ここで、バルブタイミング制御装置により、吸気弁の閉じる時期を下死点から離すことで、筒内へ吸入される空気量（圧縮対象の空気量）を減らす方法が知られている。なお、従来のバルブタイミング制御装置としては、例えば、特許文献1に記載されている。 20

【0004】

図17は、圧縮対象の空気量を減らしたことによるエンジン回転速度の変化への影響を示した測定例である。図17に示すように、吸気弁を開閉するカムシャフトの作動角を遅角したことで、エンジン回転速度の変化が小さくなっている。このことから、圧縮対象の空気量を減らすことは、振動抑制に効果があると考えられる。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特表2016-205195号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

図18は、特許文献1に記載されたバルブタイミング制御装置を用いた制御方法を示すタイミングチャートである。図18に示すように、エンジンの再始動要求が行われた時点であるt5において、吸気バルブタイミングは遅角最大、且つ吸入空気流量はゼロである。そして、エンジン再始動要求と同時に吸気バルブの開弁タイミングが進角し、吸入空気量が増加する。このとき、エンジン再始動の開始直後における吸入空気流量は少ない。そのため、着火に必要な流動が得られず、失火が生じるという問題がある。 40

【0007】

本発明の目的は、上記の問題点を考慮し、内燃機関（エンジン）の始動時における振動を抑制し、且つ、失火を抑制することが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】

【0008】

上記課題を解決し、本発明の目的を達成するため、本発明の内燃機関の制御装置は、クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転の相対回転位相を変更して、カムシャフトに 50

より開閉される吸気弁のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置と、クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサとを備える内燃機関を制御する。ここで、吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を閉弁完了角度、開弁開始角度と閉弁完了角度との中間を中間角度、開弁開始角度と中間角度との中間を第1中間角度と定義する。内燃機関の制御装置は、バルブタイミング制御装置を制御し、吸気弁が開弁を開始した後、第1中間角度を超えるまで吸気弁のリフト量を抑制し、その後、中間角度に至るタイミングで吸気弁を最大リフト位置に変化させるバルブタイミング制御部を有する。

【発明の効果】

【0009】

上記構成の内燃機関の制御装置によれば、内燃機関の始動時における振動を抑制し、且つ、失火を抑制することができる。

なお、上述した以外の課題、構成および効果は、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】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係る内燃機関の基本構成例を示す全体構成図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置の機能構成を説明する機能プロック図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る内燃機関の要部構成を説明する模式図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る内燃機関の各気筒の配列を説明する平面図である。

【図5】本発明の一実施形態におけるバルブタイミング制御装置の一部縦断面図である

【図6】本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御装置の分解斜視図である。

【図7】本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御装置の要部拡大図である。

【図8】図5に示すA-A線断面図である。

【図9】図5に示すB矢視図である。

【図10】本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御装置の電動モータの正面図である。

【図11】本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御装置の電動モータの斜視図である。

【図12】図5に示すC-C線断面図である。

【図13】従来のバルブタイミング制御におけるバルブリフト量の変化について示した図である。

【図14】本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御におけるバルブリフト量の変化について示した図である。

【図15】従来と本発明の一実施形態に係るバルブタイミング制御における筒内の乱流エネルギーの変化について示した図である。

【図16】本発明の一実施形態に係る制御方法を示すタイミングチャートである。

【図17】バルブタイミング制御装置により、空気量を減らしたことによるエンジン回転速度の変化への影響を示した測定例を示す図である。

【図18】バルブタイミング制御装置を用いた従来の制御方法を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

1. 実施形態

以下、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置について説明する。なお、各図において共通の部材には、同一の符号を付している。

【0012】

[内燃機関システム]

まず、本実施形態によるバルブタイミング制御装置を搭載する内燃機関システムの構成

10

20

30

40

50

について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の基本構成例を示す全体構成図である。

【0013】

図1に示す内燃機関100は、単気筒でも複数気筒を有するものでもよいが、実施形態では、4気筒を有する内燃機関100を例示して説明する。図1に示すように、内燃機関100では、外部から吸引した空気はエアクリーナ110、吸気管111、吸気マニホールド112を通流し、各気筒150に流入する。各気筒150に流入する空気量は、スロットル弁113により調整される。スロットル弁113で調整された空気量は、流量センサ114により測定される。

【0014】

スロットル弁113には、スロットルの開度を検出するスロットル開度センサ113aが設けられている。スロットル開度センサ113aで検出されたスロットル弁113の開度情報は、制御装置(Electronic Control Unit: ECU)101に出力される。

【0015】

本実施形態では、スロットル弁113として、電動機で駆動される電子スロットル弁を適用する。しかし、本発明に係るスロットル弁としては、空気の流量を適切に調整できるものであれば、その他の方式によるものを適用してもよい。

【0016】

各気筒150に流入したガスの温度は、吸気温センサ115で検出される。

【0017】

クランクシャフト123に取り付けられたリングギア120の径方向外側には、クランク角センサ121が設けられている。クランク角センサ121は、クランクシャフト123の回転角度を検出する。本実施形態では、クランク角センサ121は、10°毎及び燃焼周期毎のクランクシャフト123の回転角度を検出する。

【0018】

シリンダヘッドのウォータージャケット(図示せず)には、水温センサ122が設けられている。水温センサ122は、内燃機関100の冷却水の温度を検出する。

【0019】

また、車両には、アクセルペダル125の変位量(踏み込み量)を検出するアクセルポジションセンサ(Accelerator Position Sensor: APS)126が設けられている。アクセルポジションセンサ126は、運転者の要求トルクを検出する。アクセルポジションセンサ126で検出された運転者の要求トルクは、後述する制御装置101に出力される。制御装置101は、この要求トルクに基づいて、スロットル弁113を制御する。

【0020】

燃料タンク130に貯留された燃料は、燃料ポンプ131によって吸引及び加圧される。燃料ポンプ131によって吸引及び加圧された燃料は、燃料配管133に設けられたプレッシャレギュレータ132で所定の圧力に調整される。そして、所定の圧力に調整された燃料は、燃料噴射装置(インジェクタ)400から各気筒150内に噴射される。

【0021】

燃料噴射装置400の制御は、後述する制御装置101の燃料噴射制御部382の燃料噴射パルス(制御信号)に基づいて行われる。

【0022】

プレッシャレギュレータ132で圧力調整された後の余分な燃料は、戻り配管(図示せず)を介して燃料タンク130に戻される。

【0023】

各気筒150には、燃焼後のガス(排気ガス)を、気筒150の外側に排出する排気マニホールド160が取り付けられている。この排気マニホールド160の排気側には、三元触媒161が設けられている。三元触媒161は、排気ガスを浄化する。三元触媒161により浄化された排気ガスは、大気に排出される。

【0024】

10

20

30

40

50

三元触媒 161 の上流側には、上流側空燃比センサ 162 が設けられている。上流側空燃比センサ 162 は、各気筒 150 から排出された排気ガスの空燃比を連続的に検出する。

【0025】

また、三元触媒 161 の下流側には、下流側空燃比センサ 163 が設けられている。下流側空燃比センサ 163 は、理論空燃比近傍でスイッチ的な検出信号を出力する。本実施形態の下流側空燃比センサ 163 は、O2 センサである。

【0026】

各気筒 150 の上部には、点火プラグ 200 が各々設けられている。点火プラグ 200 は、放電（点火）により火花を発生させ、その火花が、気筒 150 内の空気と燃料との混合気に着火する。これにより、気筒 150 内で爆発が起こり、ピストン 170 が押し下げられる。ピストン 170 が押し下げられることにより、クランクシャフト 123 が回転する。

10

【0027】

前述したスロットル開度センサ 113a、流量センサ 114、クランク角センサ 121、アクセルポジションセンサ 126、水温センサ 122、筒内圧センサ 140 等の各種センサからの出力信号は、制御装置 101 に出力される。制御装置 101 は、これら各種センサからの出力信号に基づいて、内燃機関 100 の運転状態を検出する。そして、制御装置 101 は、気筒 150 内に送出する空気量、燃料噴射装置 400 からの燃料噴射量、点火プラグ 200 の点火タイミング等の制御を行う。

【0028】

20

[制御装置のハードウェア構成]

次に、制御装置 101 のハードウェアの全体構成を説明する。

【0029】

図 1 に示すように、制御装置 101 は、アナログ入力部 310 と、デジタル入力部 320 と、A/D (Analog / Digital) 変換部 330 と、RAM (Random Access Memory) 340 と、MPU (Micro-Processing Unit) 350 と、ROM (Read Only Memory) 360 と、I/O (Input/Output) ポート 370 と、出力回路 380 と、を有する。

【0030】

アナログ入力部 310 には、スロットル開度センサ 113a、流量センサ 114、アクセルポジションセンサ 126、上流側空燃比センサ 162、下流側空燃比センサ 163、筒内圧センサ 140、水温センサ 122 等の各種センサからのアナログ出力信号が入力される。

30

【0031】

アナログ入力部 310 には、A/D 変換部 330 が接続されている。アナログ入力部 310 に入力された各種センサからのアナログ出力信号は、ノイズ除去等の信号処理が行われた後、A/D 変換部 330 でデジタル信号に変換される。そして、A/D 変換部 330 により変換されたデジタル信号は、RAM 340 に記憶される。

【0032】

デジタル入力部 320 には、クランク角センサ 121 からのデジタル出力信号が入力される。

40

【0033】

デジタル入力部 320 には、I/O ポート 370 が接続されている。デジタル入力部 320 に入力されたデジタル出力信号は、I/O ポート 370 を介して RAM 340 に記憶される。

【0034】

RAM 340 に記憶された各出力信号は、MPU 350 で演算処理される。

【0035】

MPU 350 は、ROM 360 に記憶された制御プログラム（図示せず）を実行することで、RAM 340 に記憶された出力信号を、制御プログラムに従って演算処理する。M

50

P U 3 5 0 は、制御プログラムに従って、内燃機関 1 0 0 を駆動する各アクチュエータ（例えば、スロットル弁 1 1 3 、プレッシャレギュレータ 1 3 2 、点火プラグ 2 0 0 等）の作動量を規定する制御値を算出し、その制御値を R A M 3 4 0 に一時的に記憶する。

【 0 0 3 6 】

R A M 3 4 0 に記憶されたアクチュエータの作動量を規定する制御値は、I / O ポート 3 7 0 を介して出力回路 3 8 0 に出力される。

【 0 0 3 7 】

出力回路 3 8 0 には、各種センサ（例えば、筒内圧センサ 1 4 0 ）からの出力信号に基づいて内燃機関の全体制御を行う全体制御部 3 8 1（図 2 参照）と、燃料噴射装置 4 0 0 のプランジャロッド（不図示）の駆動を制御する燃料噴射制御部 3 8 2（図 2 参照）と、点火プラグ 2 0 0 に印加する電圧を制御する点火制御部 3 8 3（図 3 参照）の機能などが設けられている。10

【 0 0 3 8 】

〔 制御装置の機能ブロック 〕

次に、制御装置 1 0 1 の機能構成を説明する。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、制御装置 1 0 1 の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【 0 0 4 0 】

制御装置 1 0 1 の各機能は、M P U 3 5 0 が R O M 3 6 0 記憶された制御プログラムを実行することにより、出力回路 3 8 0 における各種機能として実現される。出力回路 3 8 0 における各種機能は、例えば、燃料噴射制御部 3 8 2 による燃料噴射装置 4 0 0 の制御や、点火制御部 3 8 3 による点火プラグ 2 0 0 の放電制御がある。20

【 0 0 4 1 】

図 4 に示すように、制御装置 1 0 1 の出力回路 3 8 0 は、全体制御部 3 8 1 と、燃料噴射制御部 3 8 2 と、点火制御部 3 8 3 と、バルブタイミング制御部 3 9 0 とを有する。

【 0 0 4 2 】

〔 全体制御部 〕

全体制御部 3 8 1 は、アクセルポジションセンサ 1 2 6 と、筒内圧センサ 1 4 0 （C P S ）に接続されており、アクセルポジションセンサ 1 2 6 からの要求トルク（加速信号 S 1 ）と、筒内圧センサ 1 4 0 からの出力信号 S 2 とを受け付ける。全体制御部 3 8 1 は、筒内圧センサ 1 4 0 からの出力信号 S 2 の所定の補正期間に応じて補正を行う。30

【 0 0 4 3 】

全体制御部 3 8 1 は、アクセルポジションセンサ 1 2 6 からの要求トルク（加速信号 S 1 ）と、筒内圧センサ 1 4 0 からの出力信号 S 2 とに基づいて、燃料噴射制御部 3 8 2 と、点火制御部 3 8 3 と、バルブタイミング制御部 3 9 0 の全体的な制御を行う。

【 0 0 4 4 】

〔 点火制御部 〕

点火制御部 3 8 3 は、全体制御部 3 8 1 のほか、気筒判別部 3 8 4 と、角度情報生成部 3 8 5 と、回転数情報生成部 3 8 6 と、負荷情報生成部 3 8 8 と、水温計測部 3 8 9 とに接続されており、これらからの各情報を受け付ける。

【 0 0 4 5 】

点火制御部 3 8 3 は、受け付けた各情報を基づいて、点火コイル 3 0 0 の 1 次側コイルに通電する電流量（通電角）と、通電開始時間と、1 次側コイルに通電した電流を遮断する時間（点火時間）を算出する。

【 0 0 4 6 】

点火制御部 3 8 3 は、算出した通電量と、通電開始時間と、点火時間とに基づいて、点火コイル 3 0 0 の 1 次側コイルに点火信号 S A を出力することで、点火プラグ 2 0 0 による放電制御を行う。

【 0 0 4 7 】

〔 燃料噴射制御部 〕

10

20

30

40

50

燃料噴射制御部 382 は、内燃機関 100 の各気筒 150 を判別する気筒判別部 384 と、クランクシャフト 123 のクランク角を計測する角度情報生成部 385 と、エンジン回転数を計測する回転数情報生成部 386 と、に接続されている。燃料噴射制御部 382 は、気筒判別部 384 からの気筒判別情報 S3 と、角度情報生成部 385 からのクランク角度情報 S4 と、回転数情報生成部 386 からのエンジン回転数情報 S5 と、を受け付ける。

【0048】

また、燃料噴射制御部 382 は、気筒 150 内に吸気される空気の吸気量を計測する吸気量計測部 387 と、エンジン負荷を計測する負荷情報生成部 388 と、エンジン冷却水の温度を計測する水温計測部 389 と、に接続されている。燃料噴射制御部 382 は、吸気量計測部 387 からの吸気量情報 S6 と、負荷情報生成部 388 からのエンジン負荷情報 S7 と、水温計測部 389 からの冷却水温度情報 S8 と、を受け付ける。

10

【0049】

燃料噴射制御部 382 は、受け付けた各情報に基づいて、燃料噴射装置 400 から噴射される燃料の噴射量と噴射時間を算出する。そして、燃料噴射制御部 382 は、算出した燃料の噴射量と噴射時間とに基づいて生成した燃料噴射パルス S9 を燃料噴射装置 400 に送信する。

【0050】

[バルブタイミング制御部]

バルブタイミング制御部 390 は、内燃機関 100 の各気筒 150 を判別する気筒判別部 384 と、クランクシャフト 123 のクランク角を計測する角度情報生成部 385 と、エンジン回転数を計測する回転数情報生成部 386 と、に接続されている。バルブタイミング制御部 390 は、気筒判別部 384 からの気筒判別情報 S3 と、角度情報生成部 385 からのクランク角度情報 S4 と、回転数情報生成部 386 からのエンジン回転数情報 S5 と、を受け付ける。

20

【0051】

また、バルブタイミング制御部 390 は、気筒 150 内に吸気される空気の吸気量を計測する吸気量計測部 387 と、エンジン負荷を計測する負荷情報生成部 388 と、エンジン冷却水の温度を計測する水温計測部 389 と、に接続されている。バルブタイミング制御部 390 は、吸気量計測部 387 からの吸気量情報 S6 と、負荷情報生成部 388 からのエンジン負荷情報 S7 と、水温計測部 389 からの冷却水温度情報 S8 と、を受け付ける。

30

【0052】

バルブタイミング制御部 390 は、受け付けた各情報に基づいて、後述する吸気カムシャフト 2 の作動角を遅角にするタイミング（遅角タイミング）と進角にするタイミング（進角タイミング）を決定する。そして、燃料噴射制御部 382 は、決定した遅角タイミングや進角タイミングに基づいて生成したモータ駆動電流（制御電流）S10 を後述するバルブタイミング制御装置 500 の電動モータ 12（図 5 参照）に供給する。

【0053】

[内燃機関の要部構成]

次に、本実施形態に係る制御装置 101 を適用した内燃機関 100（車両用筒内噴射式 4 気筒ガソリンエンジン）の要部構成を説明する。

40

【0054】

図 3 は、制御装置 101 を適用した内燃機関 100（車両用筒内噴射式 4 気筒ガソリンエンジン）の要部構成を説明する模式図である。

図 4 は、各気筒 150 の配列を説明する平面図である。

【0055】

図 3 に示すように、本実施形態の内燃機関 100 は、火花点火式燃焼を実施する車両用の直列 4 気筒ガソリンエンジンである場合を例示して説明する。

【0056】

50

内燃機関 100 では、第 1 気筒 151、第 2 気筒 152、第 3 気筒 153、第 4 気筒 154 が、シリンダーブロック（図示せず）に直列に設けられている。以下、これら第 1 気筒 151～第 4 気筒 154 を特に区別しない場合、単に気筒 150 と言う。

【0057】

各気筒 150 の燃焼室 150a 内には、点火プラグ 200 と、筒内圧センサ 140 と、燃料噴射装置 400 とが取り付けられている（図 4 参照）。内燃機関 100 が、直列 4 気筒の場合、各気筒 150 の燃焼室 150a では、クランクシャフト 123 の回転角度が 180 度周期で、点火プラグ 200 による点火と燃焼が行われる。各気筒 150 における燃焼は、第 1 気筒 151、第 3 気筒 153、第 4 気筒 154、第 2 気筒 152 の順番で行われる。

10

【0058】

各気筒 150 に流入する空気の圧力は、吸気マニホールド 112 に設けられた吸気圧センサ 116 により測定される。

【0059】

各気筒 150 の上方には、シリンダーヘッド 180 が設けられている。シリンダーヘッド 180 には、吸気カムシャフト 2 と、排気カムシャフト 105 とが設けられている。吸気カムシャフト 2 は、気筒 150 内への混合気（空気と燃料との混合気）の吸入量を調整する吸気弁 106a を稼働させる。排気カムシャフト 105 は、気筒 150 内から排出する排気ガスの排出量を調整する排気弁 106b を稼働させる。

20

【0060】

図 3 に示すように、吸気カムシャフト 2 には、バルブタイミング制御装置 500 が接続されている。また、バルブタイミング制御装置 500 は、制御装置 101 と電気的に接続されている。

【0061】

図 4 に示すように、内燃機関 100 では、第 1 気筒 151～第 4 気筒 154 に、筒内圧センサ 140A～140D と、対応する燃料噴射装置 400A～400D とが設けられている。筒内圧センサ 140A～140D と、対応する燃料噴射装置 400A～400D とは、それぞれ近距離に配置されている。

【0062】

以下、筒内圧センサ 140A～140D を特に区別しない場合、単に筒内圧センサ 140 と表記する。また、燃料噴射装置 400A～400D を特に区別しない場合、単に燃料噴射装置 400 と表記する。

30

【0063】

内燃機関 100 では、燃料噴射装置 400A～400D のプランジャロッドの駆動に伴う振動や歪がシリンダーヘッド 180 などの内燃機関 100 の構成部品を伝播して筒内圧センサ 140A～140D に伝達される恐れがある。この場合、筒内圧センサ 140A～140D は、プランジャロッド 410 の振動や歪の影響を受け、筒内圧センサ 140A～140D による振動の検出誤差が大きくなってしまう。

【0064】

さらに、内燃機関 100 では、筒内圧センサ 140A～140D の信号線 140a～140d（図 6 の実線）と、燃料噴射装置 400A～400D の電力線 400a～400d（図 6 の破線）と、が共に制御装置 101 に接続されている。このため、電力線 400a～400d の電流変化により電磁誘導が発生し、筒内圧センサ 140A～140D の信号線 140a～140d の出力信号 S2 に影響を与える。よって、この電力線 400a～400d の電磁誘導もまた、筒内圧センサ 140A～140D による振動の検出誤差の要因となる。

40

【0065】

[バルブタイミング制御装置]

次に、バルブタイミング制御装置 500 の構成について説明する。本実施形態では、バルブタイミング制御装置 500 を吸気側に適用したものを示している。すなわち、バルブ

50

タイミング制御装置 500 は、クランクシャフト 123 の回転と吸気カムシャフト 2 の回転の相対回転位相を変更して、吸気カムシャフト 2 により開閉される吸気弁 106a のリフト量を可変する。しかし、本発明に係るバルブタイミング制御装置としては、排気側に適用することも可能である。

【0066】

図 5 は、本実施形態に係るバルブタイミング制御装置を示す一部縦断面図である。図 6 は、本実施形態に供される主要な構成部材を示す分解図である。図 7 は、図 5 に示すバルブタイミング制御装置の要部拡大図である。図 8 は、図 5 に示す A - A 線断面図である。

【0067】

図 1 及び図 2 に示すように、バルブタイミング制御装置 500 は、駆動回転体であるタイミングスプロケット 1 (以下、スプロケット 1 という。) と、吸気カムシャフト 2 (以下、カムシャフト 2 という。) と、スプロケット 1 とカムシャフト 2 との間に配置された位相変更機構 3 と、を備えている。カムシャフト 2 は、シリンダヘッド 180 上に軸受 181 を介して回転自在に支持されている。位相変更機構 3 は、内燃機関 100 の運転状態に応じて両者 1, 2 の相対回転位相を変更する。

10

【0068】

スプロケット 1 は、全体が金属材である鉄系金属によって環状一体に形成されている。スプロケット 1 は、円環状のスプロケット本体 1a と、該スプロケット本体 1a の外周に一体に設けられた歯車部 1b とを備えている。歯車部 1b には、不図示のタイミングチェーンが巻回されている。歯車部 1b は、タイミングチェーンを介して、内燃機関 100 のクラunk シャフト 123 (図 1 参照) からの回転力を受ける。

20

【0069】

なお、スプロケット 1 の外周には、内燃機関 100 のシリンダブロック (不図示) とシリンダヘッド 180 に結合された不図示のチェーンケースが設けられている。

【0070】

スプロケット本体 1a の前端側には、後述する減速機構 13 の一部を構成する円環状の内歯構成部 5 が一体に設けられている。この内歯構成部 5 は、スプロケット本体 1a に回転軸方向から一体に結合されている。内歯構成部 5 の内周には、波形状の複数の内歯 5a が形成されている。

30

【0071】

スプロケット本体 1a の内周面と従動回転体である後述する従動部材 9 の外周面との間には、滑り軸受機構 6 が設けられている。従動部材 9 は、カムシャフト 2 の回転軸方向の一端部 2a に固定されている。滑り軸受機構 6 は、従動部材 9 (カムシャフト 2) の外周でスプロケット 1 を相対回転自在に軸受けしている。

【0072】

さらに、スプロケット本体 1a の内歯構成部 5 と反対側の後端面には、保持プレート 8 が固定されている。この保持プレート 8 は、図 5、図 6 及び図 8 に示すように、金属材である鉄系金属の板材によって円環状に形成されている。保持プレート 8 の外径は、スプロケット本体 1a の外径とほぼ同一に設定されている。また、保持プレート 8 は、中央に形成された中央孔 8a 側の内周部 8b が滑り軸受機構 6 の後述する軸受凹部 10 のカムシャフト 2 側の一端開口を覆うように配置されている。この内周部 8b は、中央孔 8a の孔縁となる部位が、内歯構成部 5 の内歯 5a の歯底面よりも内側に位置している。

40

【0073】

また、保持プレート 8 は、中央孔 8a の内周縁の所定位置に、径方向内側、つまり中心軸方向に向かって突出したストッパ凸部 8c が一体に設けられている。このストッパ凸部 8c は、ほぼ逆台形状に形成されて、先端面が従動部材 9 の後述する固定端部 9b のストッパ凹溝 9f の円弧状内周面に沿った円弧状に形成されている。

【0074】

図 9 は、図 5 に示す B 矢視図である。

【0075】

50

また、スプロケット 1 の内歯構成部 5 側の前端面には、フロントプレート 1 5 が設けられている。このフロントプレート 1 5 は、図 5、図 6 及び図 9 に示すように、例えば鉄系金属板を円環状にプレス成形で打ち抜き形成されたものである。フロントプレート 1 5 の肉厚 t は、保持プレート 8 の肉厚 t_1 よりも小さく設定されている。フロントプレート 1 5 は、中央に挿入孔 1 5 a が貫通形成されている。フロントプレート 1 5 の挿入孔 1 5 a には、後述する偏心軸 2 1 が挿入される。

【 0 0 7 6 】

内歯構成部 5 を含むスプロケット本体 1 a とフロントプレート 1 5 の各外周部には、6 つのボルト挿通孔 1 c、1 5 b が周方向のほぼ等間隔位置にそれぞれ貫通形成されている。各ボルト挿通孔 1 c、1 5 b には、ボルト 7 が挿通する。また、保持プレート 8 における各ボルト挿通孔 1 c、1 5 b に対応する位置には、6 つの雌ねじ孔 8 d が形成されている。6 つの雌ねじ孔 8 d には、各ボルト 7 の先端部に設けられた雄ねじ部 7 a が螺着する。

10

【 0 0 7 7 】

図 6 に示すように、スプロケット本体 1 a の2つのボルト挿通孔 1 c と保持プレート 8 の対応する2つの雌ねじ孔 8 d の各側部には、位置決め用の小孔 1 d、8 e がそれぞれ設けられている。位置決め用の小孔 1 d、8 e には、2つの位置決め用のピン 2 8 a、2 8 b が挿入される。これにより、保持プレート 8 は、スプロケット 1 に対して周方向及び軸方向で位置決めされる。

【 0 0 7 8 】

カムシャフト 2 は、外周に吸気弁 1 0 6 a (図 3 参照) を開閉させる一気筒当たり2つの駆動カムを有している。また、カムシャフト 2 において、回転軸方向の位相変更機構 3 側の一端部 2 a には、フランジ部 2 b が一体に設けられている。フランジ部 2 b は、軸受 1 8 1 を介してカムシャフト 2 の軸方向の位置決めを行う。また、カムシャフト 2 の一端部 2 a における内部軸心方向には、雌ねじ部 2 c が形成されている。雌ねじ部 2 c には、後述のカムボルト 1 4 が螺着する。カムボルト 1 4 は、カムシャフト 2 に従動部材 9 を軸方向から締結固定する。さらに、カムシャフト 2 の一端部 2 a の前端には、従動部材 9 との回転方向の位置決めを行う位置決め用のピン 2 d が圧入固定されている。

20

【 0 0 7 9 】

従動部材 9 は、鉄系金属によって一体に形成されている。図 5、図 6 及び図 8 に示すように、従動部材 9 は、円盤状本体 9 a と、該円盤状本体 9 a の後端側(カムシャフト 2 側)に有する円環状の固定端部 9 b と、から主として構成されている。

30

【 0 0 8 0 】

円盤状本体 9 a は、外周面に滑り軸受機構 6 の一部を構成するジャーナル部 1 1 が一体に設けられている。また、円盤状本体 9 a は、固定端部 9 b を含む内部軸心方向にカムボルト 1 4 の軸部 1 4 b が挿通するボルト挿通孔 9 c が貫通形成されている。このボルト挿通孔 9 c は、内径がカムシャフト 2 の雌ねじ部 2 c の内径よりも大きく形成されている。

【 0 0 8 1 】

固定端部 9 b は、一定の肉厚を有しており、円盤状本体 9 a からカムシャフト 2 方向へ突出している。また、固定端部 9 b におけるカムシャフト 2 側の外側面のほぼ中央(ボルト挿通孔 9 c の外周側)には、円環状の嵌合溝 9 d が形成されている。固定端部 9 b の嵌合溝 9 d には、カムシャフト 2 の一端部 2 a における先端部が嵌合する。嵌合溝 9 d の底面には、位置決め用の孔 9 e が形成されている。位置決め用の孔 9 e には、前述したカムシャフト 2 の位置決め用のピン 2 d が軸方向から挿入される。

40

【 0 0 8 2 】

また、固定端部 9 b の外周面には、ストッパ凹溝 9 f が円周方向に沿って形成されている。ストッパ凹溝 9 f は、円周方向へ延びる所定長さの円弧状に形成されている。ストッパ凹溝 9 f には、保持プレート 8 のストッパ凸部 8 c が入り込む。ストッパ凸部 8 c は、ストッパ凹溝 9 f の範囲内で円周方向へ回動する。ストッパ凸部 8 c の2つの側面が、ストッパ凹溝 9 f の対向面にそれぞれ当接することにより、ストッパ凸部 8 c の回動が規制される。このように、本実施形態では、スプロケット 1 に対するカムシャフト 2 の最大進

50

角側、あるいは最大遅角側の相対回転位置を機械的に規制するようになっている。

【0083】

従動部材9は、嵌合溝9dにカムシャフト2の一端部2aの先端部が軸方向から嵌合した状態で、カムボルト14によってカムシャフト2の一端部2aに軸方向から固定される。

【0084】

滑り軸受機構6は、図5及び図6に示すように、スプロケット本体1aの内周面に形成された円環状の軸受凹部10と、円盤状本体9aの外周面に設けられ、軸受凹部10の内部に配置されたジャーナル部11と、軸受凹部10の一端開口を覆う保持プレート8と、を有している。

【0085】

軸受凹部10は、スプロケット本体1aの保持プレート8側の一方側面から内歯構成部5まで延びることなく、カムシャフト2側に寄ったスプロケット本体1aの内周面側のみに配置形成されている。また、軸受凹部10は、図5に示すように、スプロケット1の回転軸心から径方向に沿った断面形状がほぼ矩形状に形成されている。そして、軸受凹部10は、その一部が各歯車部1bの形成位置と軸方向でオーバーラップするように配置されている。

10

【0086】

さらに、軸受凹部10の円環状の底面には、滑り軸受面10aが形成されている。また、軸受凹部10は、軸方向で保持プレート8と反対側の他端側に有する内側面10bが滑り軸受面10aから径方向へほぼ直角に切欠されている。また、軸受凹部10は、前述したように、カムシャフト2側の他端部が開口されて外部に解放され、この解放された他端開口が保持プレート8の内周部8bの内側面8fによって覆われている。

20

【0087】

ジャーナル部11は、円盤状本体9aの外周面から径方向外側へ突出している。ジャーナル部11の断面形状は、軸受凹部10の断面形状とほぼ相似形の矩形状に形成されている。また、ジャーナル部11は、軸受凹部10が各歯車部1bと軸方向でオーバーラップしていることから、同じく一部がスプロケット1の各歯車部1bと軸方向でオーバーラップ配置されている。

【0088】

さらに、ジャーナル部11の基部11aにおける軸方向両側には、それぞれ円環溝が形成されている。また、ジャーナル部11の環状の外周面は、軸受凹部10の滑り軸受面10a全体に摺動可能になっている。各円環溝は、従動部材9の回転時においてジャーナル部が、保持プレート8の内側面8fと軸受凹部10の内側面10bと接触するのを回避するようになっている。

30

【0089】

ジャーナル部11は、軸方向のフロントプレート15側の一端面が軸受凹部10の内側面10bに摺動可能になっている。この軸受凹部10の内側面10bが、スプロケット1の傾動時においてジャーナル部11の一端面に当接して一方のスラスト移動を規制するようになっている。

【0090】

また、ジャーナル部11は、軸方向の保持プレート8側の他端面が保持プレート8の内周部8bの内側面8fに摺動可能になっている。この保持プレート8の内側面8fが、スプロケット1の傾動時においてジャーナル部11の他端面に当接して他方のスラスト移動を規制するようになっている。

40

【0091】

カムボルト14は、図5及び図7に示すように、ほぼ円柱状の頭部14aと、該頭部14aに一体に固定された軸部14bと、を有している。

【0092】

頭部14aの先端部には、六角レンチなどの工具が挿入される六角形の工具穴14cが形成されている。また、頭部14aの外周面には、ニードルベアリング25の各ニードル

50

ローラ 25 a が転動可能に保持されている。

【0093】

軸部 14 b は、頭部 14 a との結合部に一体に設けられた大径部 14 d を有する。また、大径部 14 d よりも先端部側の小径部の外周には、カムシャフト 2 の雌ねじ部 2 c に螺着する雄ねじ部 14 e が形成されている。

【0094】

大径部 14 d は、従動部材 9 のボルト挿通孔 9 c に挿入される。大径部 14 d の軸方向の長さは、ボルト挿通孔 9 c の軸方向の長さとほぼ同一に設定されている。また、大径部 14 d は、外径がボルト挿通孔 9 c の内径より僅かに小さく設定されている。これにより、大径部 14 d は、ボルト挿通孔 9 c に微小クリアランスをもって挿入される。

10

【0095】

位相変更機構 3 は、図 5 及び図 6 示すように、従動部材 9 の固定端部 9 b における前端側に配置された電動モータ 12 と、この電動モータ 12 の回転速度を減速してカムシャフト 2 に伝達する減速機構 13 と、から主として構成されている。

【0096】

図 10 は、電動モータ 12 の正面図である。図 11 は、電動モータ 12 の斜視図である。

【0097】

電動モータ 12 は、いわゆるブラシレスの直流型モータである。電動モータ 12 は、チエーンケースに固定される有底円筒状のモータハウジング 16 と、モータハウジング 16 の後端部に設けられて、内部にステータコイルなどが収容されたモータステータと、ステータコイルの内周側に配置されたモータ出力軸 17 と、モータ出力軸 17 の外周に固定された円筒状の永久磁石と、モータハウジング 16 のスプロケット 1 と反対側の前端部に設けられた給電機構 18 と、を有している。

20

【0098】

モータハウジング 16 は、ほぼカップ状に形成されている。モータハウジング 16 の前端部(底壁)におけるほぼ中央には、モータ出力軸 17 が挿通する貫通孔(不図示)が形成されている。一方、モータハウジング 16 の後端部における外周には、径方向外側に突出したフランジ部 16 a が一体に設けられている。フランジ部 16 a は、円周方向の約 120° 位置に 3 つのプラケット片 16 b が一体に設けられている。また、この 3 つのプラケット片 16 b には、ボルト挿通孔 16 c が貫通形成されている。ボルト挿通孔 16 c には、不図示のチエーンケースに結合されるボルトが挿通される。

30

【0099】

さらに、フランジ部 16 a の円周方向の各プラケット片 16 b の間には、3 つのボルト 29 が挿通する 3 つのボルト挿通孔が形成されている。各ボルト 29 は、モータハウジング 16 に給電機構 18 を結合する。

【0100】

なお、ボルト挿通孔 16 c やボルト 29 などは、さらに増加することも可能である。

【0101】

モータステータは、主として合成樹脂材の樹脂部によって一体に形成されている。モータステータの内部には、ステータコイルがモールド固定されている。

40

【0102】

給電機構 18 は、合成樹脂材によってボックス状に形成されている。この給電機構 18 の内部には、電動モータ 12 へ給電するバスバーなどの通電回路やモータ出力軸 17 の回転位置を検出する回転センサなどが収容されている。また、給電機構 18 の外周部には、通電回路に電気的に接続される給電用コネクタ 18 a と、不図示の信号用コネクタが設けられている。

【0103】

給電用コネクタ 18 a の端子は、雌端子を介して電源であるバッテリーに接続されている。一方、信号用コネクタの端子は、雌端子を介して制御装置 101(図 3 参照)に接続されている。上述の回転センサで検出した回転角信号は、信号用コネクタから制御装置 1

50

01へ出力される。

【0104】

モータ出力軸17は、金属材によって円柱状に形成されている。モータ出力軸17における減速機構13側の先端部17aの外面には、接線方向に沿って形成された二面幅部17b、17cが設けられている。また、先端部17aの先端側には、図10に示すように、二面幅部17b、17cに対して直交する方向から切り欠かれた一対の嵌着溝17d、17eが形成されている。嵌着溝17d、17eには、ストップ部材19が径方向から嵌着固定されている。ストップ部材19は、後述する中間部材30のカムボルト14方向の移動を規制する規制部である。

【0105】

図7に示すように、モータ出力軸17は、カムボルト14に近接配置されている。これにより、モータ出力軸17の先端部17aとカムボルト14の頭部14aとの間には、僅かな隙間Cが形成されている。また、先端部17aは、ストップ部材19を含めた全体が工具穴14cの内部に軸方向から挿入可能になっている。

【0106】

つまり、先端部17aは、回転軸の直角断面が工具穴14cの直角断面の大きさよりも小さく形成されている。換言すれば、先端部17aの回転軸の直角断面の回転軸を中心とする径方向距離の最大が、工具穴14cの直角断面の回転軸を中心とする径方向距離の最小よりも小さくなっている。また、隙間Cは、内燃機関100の振動などによってモータ出力軸17やカムシャフト2(従動部材9)などが回転軸方向へ移動した際に、モータ出力軸17の先端部17aが工具穴14c内に入ることが可能な大きさになっている。

【0107】

ストップ部材19は、Cリング状に形成されている。ストップ部材19は、拡径方向及び縮径方向へ弹性変形可能になっている。

【0108】

また、モータ出力軸17の先端部17aには、中間部材30が設けられている。中間部材30は、減速機構13に接続される継手機構であるオルダム継手20の一部を構成する。図10及び図11に示すように、中間部材30は、モータ出力軸17の先端部17aに固定される筒状基部31を有している。筒状基部31は、円形状の外面の両側、つまり円周方向の180°位置に二面幅状の一対の平面部31a、31bを有している。これにより、筒状基部31の外形は、ほぼ長円状に形成されている。

【0109】

また、筒状基部31の中央には、モータ出力軸17の先端部17aが挿通される貫通孔32が形成されている。

【0110】

筒状基部31の貫通孔32は、円弧状の一対の内周面と、二面幅状の一対の対向面32a、32bとを有している。これにより、貫通孔32は、筒状基部31の外形と相似形の径方向に長い長円形状に形成されている。したがって、中間部材30は、長円状の貫通孔32を介してモータ出力軸17の先端部17aに対して径方向へ移動可能になっている。

【0111】

筒状基部31は、一対の平面部31a、31bの長手方向(図10の上下方向)のほぼ中央位置に一対の突出部である2つの伝達キー33a、33bが設けられている。各伝達キー33a、33bは、ほぼ矩形板状に形成されている。各伝達キー33a、33bは、筒状基部31の2つの平面部31a、31bから径方向外側に向かって突出している。

【0112】

制御装置101(図3参照)は、クランク角センサ121や流量センサ114、水温センサ122、スロットル開度センサ113aなど各種のセンサ類からの情報信号に基づいて現在の内燃機関100の運転状態を検出する。そして、制御装置101は、検出した運転状態に基づいて内燃機関100の制御を行っている。また、制御装置101は、各情報信号や回転位置検出機構に基づいて、コイル部に通電してモータ出力軸17の回転制御を

10

20

30

40

50

行う。これにより、制御装置 101 は、減速機構 13 によってカムシャフト 2 のスプロケット 1 に対する相対回転位相を制御する。

【0113】

減速機構 13 は、図 5 に示すように、電動モータ 12 とは軸方向から分離独立して設けられている。減速機構 13 の各構成部材は、保持プレート 8 とフロントプレート 15との間のスプロケット 1 の内部に収容配置されている。

【0114】

図 12 は、図 1 に示す C-C 線断面図である。

【0115】

減速機構 13 は、図 5 ~ 図 7 及び図 12 に示すように、スプロケット本体 1a の内部に一部が配置された入力部材である円筒状の偏心軸 21 と、偏心軸 21 の外周に設けられたボールベアリング 22 と、ボールベアリング 22 の外周に設けられ、内歯構成部 5 の各内歯 5a 内に転動自在に保持された伝達部材であるローラ 23 と、ローラ 23 を転動方向に保持しつつ径方向の移動を許容する伝達部(突出部)である保持器 24 と、保持器 24 と一体の前述した従動部材 9 と、から主として構成されている。

10

【0116】

偏心軸 21 は、ニードルベアリング 25 の外周に配置された偏心軸部 21a と、偏心軸部 21a の電動モータ 12 側に設けられた大径円筒部 21b と、を有している。ニードルベアリング 25 は、カムボルト 14 の頭部 14a の外周に設けられた軸受である。

20

【0117】

偏心軸部 21a は、周方向の肉厚が厚薄変化している。これにより、偏心軸部 21a の軸心 X は、カムボルト 14 の軸心 Y に対して僅かに偏心している。

【0118】

大径円筒部 21b は、偏心軸部 21a よりも肉厚に形成されている。大径円筒部 21b は、中間部材 30 と共にオルダム継手 20 を構成している。この大径円筒部 21b は、スプロケット本体 1a の内部からフロントプレート 15 の挿入孔 15a を介して電動モータ 12 方向へ突出している。また、大径円筒部 21b は、図 9 に示すように、二面幅状の嵌合孔 21c が形成されている。嵌合孔 21c には、中間部材 30 の二面幅状の筒状基部 31 が軸方向から嵌合可能である。また、大径円筒部 21b は、電動モータ 12 側の先端面の円周方向の約 180° の位置に、一対のキー溝 21d、21e が形成されている。一対のキー溝 21d、21e には、2 つの伝達キー 33a、33b が回転軸方向から嵌合可能である。

30

【0119】

ニードルベアリング 25 は、複数のニードルローラ 25a と、円筒状のシェル 25b と、を有している。複数のニードルローラ 25a は、カムボルト 14 の頭部 14a の外周面を転動する。シェル 25b は、偏心軸部 21a の内周面に形成された段差面に固定されている。シェル 25b は、内周面にニードルローラ 25a を転動可能に保持する複数の溝部を有する。

【0120】

ボールベアリング 22 は、図 5 に示すように、ニードルベアリング 25 の径方向位置で全体がほぼオーバーラップする状態に配置されている。また、ボールベアリング 22 は、内輪 22a と、外輪 22b、これら両輪 22a、22b との間に介装されたボール 22c と、ボール 22c を保持するケージ 22d と、から構成されている。

40

【0121】

内輪 22a は、偏心軸部 21a の外周面に圧入固定されている。外輪 22b は、軸方向で固定されることなくフリーな状態になっている。つまり、外輪 22b は、軸方向の電動モータ 12 側の一端面がフロントプレート 15 の内側面に微小クリアランスを介して非接触状態になっている。また、外輪 22b の軸方向の他端面は、これに対向する従動部材 9 の円盤状本体 9a の背面に微小さなクリアランスを介して非接触状態になっている。

【0122】

50

外輪 2 2 b は、外周面に各ローラ 2 3 の外周面が転動可能に当接している。また、外輪 2 2 b の外周面と保持器 2 4 の内面との間には、円環状のクリアランスが形成されている。したがって、ボールベアリング 2 2 は、クリアランスを介して全体が偏心軸部 2 1 a の偏心回転に伴って径方向へ偏心動可能になっている。

【 0 1 2 3 】

保持器 2 4 は、円環板状に形成されている。保持器 2 4 は、円盤状本体 9 a の外周部に一体に設けられている。つまり、保持器 2 4 は、円盤状本体 9 a のジャーナル部 1 1 の基部 1 1 a からフロントプレート 1 5 方向へ直線状に突出している。保持器 2 4 の先端面 2 4 a とフロントプレート 1 5 の内側面 1 5 c との間には、所定のクリアランスが形成されている。

10

【 0 1 2 4 】

また、保持器 2 4 は、複数のローラ保持孔 2 4 b を有している。複数のローラ保持孔 2 4 b は、複数のローラ 2 3 をそれぞれ転動自在に保持する。このローラ保持孔 2 4 b は、保持器 2 4 の円周方向の等間隔位置に設けられ、先端部側が閉塞されて前後方向に細長い長方形形状に形成されている。また、ローラ保持孔 2 4 b は、その全体の数(ローラ 2 3 の数)が内歯構成部 5 の内歯 5 a の全体の歯数よりも少なくなっている。これにより、所定の減速比を得ることができる。

【 0 1 2 5 】

各ローラ 2 3 は、鉄系金属によって形成されている。各ローラ 2 3 は、ボールベアリング 2 2 の偏心動に伴って径方向へ移動しつつ内歯構成部 5 の内歯 5 a に嵌入している。また各ローラ 2 3 は、保持器 2 4 のローラ保持孔 2 4 b の両側縁によって周方向にガイドされつつ径方向へ揺動運動する。

20

【 0 1 2 6 】

また、減速機構 1 3 は、図 3 に示すように、潤滑油供給通路を介して内部に潤滑油が供給されるようになっている。潤滑油供給通路は、内燃機関 1 0 0 のメインオイルギャラリーから分岐されてシリンダヘッド 1 8 0 内からカムシャフト 2 の内部に形成された油通路 2 6 と、従動部材 9 の円盤状本体 9 a をカムシャフト 2 の軸方向に沿って貫通形成された油孔 2 7 と、を有している。

【 0 1 2 7 】

油孔 2 7 は、上流側の大径な一端部 2 7 a と、下流側の小径な他端部 2 7 b を有している。油孔 2 7 の一端部 2 7 a は、油通路 2 6 と連通している。油孔 2 7 の他端部 2 7 b は、ニードルベアリング 2 5 のシェル 2 5 b における側部付近に開口している。

30

【 0 1 2 8 】

また、油孔 2 7 から減速機構 1 3 の内部に流入した潤滑油は、ボールベアリング 2 2 の内部や外周側の保持器 2 4 内などを通り、軸受凹部 1 0 とジャーナル部 1 1 との間に流入する。つまり、潤滑油は、ジャーナル部 1 1 の両端面や外周面と軸受凹部 1 0 の内側面 1 0 b や滑り軸受面 1 0 a との間を通過して潤滑に供される。そして、潤滑油は、フロントプレート 1 5 の挿入孔 1 5 a から外部に排出される。

【 0 1 2 9 】

なお、メインオイルギャラリーには、不図示のオイルポンプの吐出通路から潤滑油が圧送されるようになっている。

40

【 0 1 3 0 】

【 バルブタイミング制御装置の作用 】

以下、本実施形態におけるバルブタイミング制御装置 5 0 0 の作用について説明する。

【 0 1 3 1 】

まず、内燃機関 1 0 0 のクランクシャフト 1 2 3 が回転駆動すると、その回転力がタイミングチェーンを介してスプロケット 1 に伝達される。これにより、スプロケット 1 が回転し、この回転力が内歯構成部 5 に伝達される。内歯構成部 5 の回転力は、各ローラ 2 3 から保持器 2 4 及び従動部材 9 を経由してカムシャフト 2 に伝達される。その結果、カムシャフト 2 の駆動カムが各吸気弁 1 0 6 a (図 3 参照) を開閉作動させる。

50

【 0 1 3 2 】

内燃機関 100 の始動後の所定の機関運転時には、制御装置 101 からの制御電流が電動モータ 12 のコイル部に通電される。これにより、モータ出力軸 17 が正逆回転駆動される。このモータ出力軸 17 の回転力は、偏心軸 21 に伝達されて、減速機構 13 の作動により減速された回転力がカムシャフト 2 に伝達される。

【 0 1 3 3 】

これによって、カムシャフト 2 が、スプロケット 1 に対して正逆相対回転して相対回転位相が変換される。したがって、各吸気弁 106a は、開閉タイミングを進角側あるいは遅角側に変換制御される。

【 0 1 3 4 】

このように、吸気弁 106a の開閉タイミングが進角側あるいは遅角側へ連続的に変換されることによって、内燃機関 100 の燃費や出力などの性能の向上を図ることができる。

10

【 0 1 3 5 】**[バルブタイミング制御]**

次に、バルブタイミング制御について説明する。本実施形態では、制御装置 101 のバルブタイミング制御部 390 がバルブタイミング制御装置 500 の駆動を制御して、吸気弁 106a のリフト量を可変する。

【 0 1 3 6 】

図 13 は、従来のバルブタイミング制御におけるバルブリフト量の変化について示した図である。図 14 は、本実施形態に係るバルブタイミング制御におけるバルブリフト量の変化について示した図である。

20

【 0 1 3 7 】

図 13 に示すように、従来のバルブタイミング制御では、気筒 150 (図 1 参照) 内への吸入空気量を減じるために、カムシャフト 2 の作動角を遅角とする。この時、カムシャフト 2 の作動角の変化速度は一定である。このため、吸気弁 106a のリフト量が少ない(低リフト)期間は、開弁開始初期の短期間に限られる。

【 0 1 3 8 】

図 14 に示すように、本実施形態に係るバルブタイミング制御では、吸気量を減じるようにカムシャフト 2 の作動角を遅角させる。また、吸気弁 106a の開弁中に、クランクシャフト 123 に対するカムシャフト 2 の位相角を変化させる。カムシャフト 2 の作動角は、遅角、進角の順に動作し、吸気弁 106a の 1 度の開弁中に遅角と進角の動作を 2 回繰り返す。また、1 回目の遅角と進角の動作が行われる期間と、2 回目の遅角と進角の動作が行われる期間が同じである。

30

【 0 1 3 9 】

ここで、吸気弁 106a が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度とする。また、吸気弁 106a が閉弁を完了するクランク角度を閉弁完了角度とする。また、開弁開始角度と閉弁完了角度との中間を中間角度とする。さらに、開弁開始角度と中間角度との中間を第 1 中間角度とする。そして、中間角度と閉弁完了角度との中間を第 2 中間角度とする。

【 0 1 4 0 】

図 14 に示すように、制御装置 101 は、吸気弁が開弁を開始する開弁開始角度から第 1 中間角度を超えるまで、カムシャフト 2 の作動角を遅角に動作させて、吸気弁 106a のリフト量を抑制する。すなわち、カムシャフト 2 の作動角を遅角に動作させて、吸気弁 106a を低リフト位置に維持する。これにより、本実施形態に係るバルブタイミング制御では、吸気弁 106a のリフト量が少ない(低リフト)期間が従来のバルブタイミング制御よりも長くなる。開弁開始角度から第 1 中間角度を超えるまで、カムシャフト 2 の作動角を遅角に動作させる制御は、本発明に係る第 1 制御に対応する。

40

【 0 1 4 1 】

次に、制御装置 101 は、第 1 中間角度を超えてから中間角度に至るタイミングでカムシャフト 2 の作動角を進角に動作させて、吸気弁 106a を最大リフト位置に変化させる。開弁開始角度から中間角度まで、カムシャフト 2 の作動角を遅角と進角の順に動作させ

50

る制御は、本発明に係る第1作動角制御に対応する。

【0142】

次に、制御装置101は、吸気弁106aが最大リフト位置に到達した中間角度から第2中間角度を超えるまで、カムシャフト2の作動角を遅角に動作させて、吸気弁106aを最大リフト位置に維持させる。これにより、吸気弁106aの閉弁が完了するまでに気筒150内へ適切な量の空気を吸入することができる。その結果、吸入空気量が不足しないようにすることができる。中間角度から第2中間角度を超えるまで、カムシャフト2の作動角を遅角に動作させる制御は、本発明に係る第2制御に対応する。

【0143】

次に、制御装置101は、第2中間角度から閉弁完了角度までカムシャフト2の作動角を進角に動作させる。なお、中間角度から閉弁完了角度まで、カムシャフト2の作動角を遅角と進角の順に動作させる制御は、本発明に係る第2作動角制御に対応する。第1作動角制御を実行する期間と、第2作動角制御を実行する期間は等しい。

10

【0144】

図15は、従来のバルブタイミング制御と本実施形態に係るバルブタイミング制御における筒内の乱流エネルギーの変化について示した図である。なお、乱流エネルギーの算出には、CFD (computational fluid dynamics) を用いた。また、開弁時期は、上死点で統一した。

【0145】

図15に示すように、クランクシャフト123（カムシャフト2）の回転に伴って生じる気筒150内の負圧に対して、吸気弁106aのリフト量が少ない（低リフト）期間が長くなると、乱流エネルギーが大きくなる。したがって、本実施形態に係るバルブタイミング制御における乱流エネルギーは、従来のバルブタイミング制御における乱流エネルギーよりも大きい。

20

【0146】

乱流エネルギーが増大すると、気筒150内の空気と燃料が攪拌され易くなる。これにより、混合ガスが均質化されるため、点火プラグ200の電極周りのガスが最適となる。その結果、混合ガスの着火性が改善し、失火を防止することができる。

【0147】

図16は、本実施形態に係る制御方法を示すタイミングチャートである。

30

【0148】

図16に示すように、エンジン（内燃機関100）の再始動要求が行われた時点であるt₅において、吸気弁106a（吸気バルブ）の開弁タイミングは、遅角が最大である。そして、t₅において、気筒150内への吸入空気量はゼロである。エンジンの再始動要求と同時に吸気弁106aの開弁タイミングが進角し、吸入空気量が増加する。

【0149】

エンジンの再始動の開始直後における吸入空気流量は少ない。しかし、本実施形態に係るバルブタイミング制御を実施することにより、カムシャフト2の作動角の変化速度を可変する。これにより、吸気弁106aのリフト量が少ない（低リフト）期間を従来のバルブタイミング制御よりも長くすることができます。その結果、気筒150内の乱流エネルギーを従来のバルブタイミング制御よりも大きくして、着火に必要な流動を得ることができます。

40

【0150】

2.まとめ

以上説明したように、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）は、クランクシャフト（クランクシャフト123）の回転とカムシャフト（カムシャフト2）の回転の相対回転位相を変更して、カムシャフトにより開閉される吸気弁（吸気弁106a）のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置（バルブタイミング制御装置500）と、クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサ（クランク角センサ121）とを備える内燃機関を制御する。ここで

50

、吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を開弁完了角度、開弁開始角度と閉弁完了角度との中間を中間角度、開弁開始角度と中間角度との中間を第1中間角度と定義する。内燃機関の制御装置は、バルブタイミング制御装置を制御し、吸気弁が開弁を開始した後、第1中間角度を超えるまで吸気弁のリフト量を抑制し、その後、中間角度に至るタイミングで吸気弁を最大リフト位置に変化させるバルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）を有する。

【0151】

これにより、吸気弁のリフト量が少ない（低リフト）期間を、従来のバルブタイミング制御よりも長くすることができる。その結果、従来のバルブタイミング制御によりも乱流エネルギーを大きくすることができる。したがって、気筒（気筒150）内の空気と燃料が攪拌され易くなり、混合ガスが均質化される。そのため、混合ガスの着火性が改善し、失火を防止することができる。

10

【0152】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）において、中間角度と閉弁完了角度との中間を第2中間角度と定義する。バルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）は、吸気弁（吸気弁106a）が最大リフト位置に到達した後、第2中間角度を超えるまで吸気弁を最大リフト位置に維持させる。これにより、吸気弁の閉弁が完了するまでに気筒（気筒150）内へ適切な量の空気を吸入することができる。その結果、吸入空気量が不足しないようにすることができる。

20

【0153】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）におけるバルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）は、吸気弁（吸気弁106a）の開弁開始から閉弁完了するまでの期間に、（カムシャフト2）を遅角側に制御する第1制御を実施することにより、吸気弁が開弁開始した後、吸気弁のリフト量を抑制する。これにより、吸気弁のリフト量が少ない（低リフト）期間を、従来のバルブタイミング制御よりも長くすることができる。

30

【0154】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）におけるバルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）は、第1制御を実施してから、カムシャフト（カムシャフト2）を進角側に戻す制御を行った後、吸気弁（吸気弁106a）が最大リフト位置に到達するタイミングで、カムシャフトを遅角側に制御する第2制御を実施することにより、吸気弁を最大リフト位置に維持させる。これにより、吸入空気量が不足しないようにすることができる。

40

【0155】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）は、クランクシャフト（クランクシャフト123）の回転とカムシャフト（カムシャフト2）の回転の相対回転位相を変更して、カムシャフトにより開閉される吸気弁（吸気弁106a）のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置（バルブタイミング制御装置500）と、クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサ（クランク角センサ121）とを備える内燃機関を制御する。内燃機関の制御装置は、バルブタイミング制御装置を制御し、吸気弁が開弁を開始してから閉弁を完了するまでの間に、カムシャフトの作動角を遅角と進角の順に制御する第1作動角制御を実施するバルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）を有する。これにより、従来のバルブタイミング制御によりも乱流エネルギーを大きくすることができる。その結果、混合ガスの着火性を改善して、失火を防止することができる。

【0156】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関100）の制御装置（制御装置101）におけるバルブタイミング制御部（バルブタイミング制御部390）は、第1作動角制御の後に、カムシャフト（カムシャフト2）の作動角を遅角と進角の順に制御する第2作動角制御を実施する。これにより、吸気弁の閉弁が完了するまでに気筒（気筒150）

50

内へ適切な量の空気を吸入することができる。その結果、吸入空気量が不足しないようにすることができる。

【 0 1 5 7 】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関 100）の制御装置（制御装置 101）において、第1作動角制御と第2作動角制御の実施期間は等しい。これにより、乱流エネルギーを大きくすることと、吸入空気量が不足しないようにすることの両立を図ることができる。

【 0 1 5 8 】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関 100）の制御装置（制御装置 101）において、吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を開弁完了角度、開弁開始角度と閉弁完了角度との中間を中間角度、開弁開始角度と中間角度との中間を第1中間角度と定義する。第1作動角制御は、開弁開始角度から中間角度となる期間に実施する。第2作動角制御は、中間角度から閉弁完了角度となる期間に実施する。これにより、第1作動角制御と第2作動角制御の実施期間を等しくすることができる。

10

【 0 1 5 9 】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関 100）の制御装置（制御装置 101）において、吸気弁（吸気弁 106a）の開弁は、内燃機関の始動時におけるクランクシャフト（クランクシャフト 123）の回転開始から最初の開弁である。これにより、内燃機関の始動時における気筒（気筒 150）内の圧縮圧力の変化を小さくすることができる。その結果、内燃機関の始動時における振動を抑制することができる。また、混合ガスの着火性が改善し、失火を防止することができる。

20

【 0 1 6 0 】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関 100）の制御方法は、クランクシャフト（クランクシャフト 123）の回転とカムシャフト（カムシャフト 2）の回転の相対回転位相を変更して、カムシャフトにより開閉される吸気弁（吸気弁 106a）のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置（バルブタイミング制御装置 500）と、クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサ（クランク角センサ 121）と、を備える内燃機関の制御方法である。ここで、吸気弁が開弁を開始するクランク角度を開弁開始角度、吸気弁が閉弁を完了するクランク角度を開弁完了角度、開弁開始角度と閉弁完了角度との中間を中間角度、開弁開始角度と中間角度との中間を第1中間角度と定義する。内燃機関の制御方法は、吸気弁が開弁を開始した後、第1中間角度を超えるまで吸気弁のリフト量を抑制し、その後、中間角度に至るタイミングで吸気弁を最大リフト位置に変化させる。これにより、従来のバルブタイミング制御によりも乱流エネルギーを大きくすることができる。その結果、混合ガスの着火性を改善して、失火を防止することができる。

30

【 0 1 6 1 】

また、上述した実施形態に係る内燃機関（内燃機関 100）の制御方法は、クランクシャフト（クランクシャフト 123）の回転とカムシャフト（カムシャフト 2）の回転の相対回転位相を変更して、カムシャフトにより開閉される吸気弁（吸気弁 106a）のリフト量を可変するバルブタイミング制御装置（バルブタイミング制御装置 500）と、クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサ（クランク角センサ 121）と、を備える内燃機関の制御方法である。この内燃機関の制御方法は、吸気弁が開弁を開始してから閉弁を完了するまでの間に、カムシャフトの作動角を遅角と進角の順に制御する第1作動角制御を実施する。これにより、従来のバルブタイミング制御によりも乱流エネルギーを大きくすることができる。その結果、混合ガスの着火性を改善して、失火を防止することができる。

40

【 0 1 6 2 】

以上、本発明の内燃機関の制御装置、及び内燃機関の制御方法の実施形態について、その作用効果も含めて説明した。しかしながら、本発明の内燃機関の制御装置、及び内燃機

50

関の制御方法は、上述の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0163】

また、上述した実施形態は、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。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【0164】

例えば、上述した実施形態では、開弁開始角度から第1中間角度を超えるまで、カムシャフト2の作動角を遅角に動作させる第1制御と、中間角度から第2中間角度を超えるまで、カムシャフト2の作動角を遅角に動作させる第2制御を実施する。しかし、本発明に係るバルブタイミング制御としては、少なくとも第1制御を実施すればよい。第1制御を実施することにより、吸気弁のリフト量が少ない（低リフト）期間を、従来のバルブタイミング制御よりも長くすることができる。その結果、従来のバルブタイミング制御によりも乱流エネルギーを大きくすることができますため、混合ガスの着火性が改善し、失火を防止することができる。

10

【0165】

また、上述した実施形態では、吸気弁106aの1度の開弁中に遅角と進角の動作を2回繰り返すようにした。しかし、本発明に係るバルブタイミング制御としては、吸気弁の1度の開弁中に遅角と進角の動作を3回以上繰り返すようにしてもよい。

20

【符号の説明】

【0166】

1 … タイミングスプロケット（スプロケット）、 2 … 吸気カムシャフト（カムシャフト）、 3 … 位相変更機構、 5 … 内歯構成部、 6 … 滑り軸受機構、 8 … 保持プレート、 9 … 従動部材、 10 … 軸受凹部、 11 … ジャーナル部、 12 … 電動モータ、 13 … 減速機構、 14 … カムボルト、 15 … フロントプレート、 16 … モータハウジング、 17 … モータ出力軸、 18 … 給電機構、 19 … ストップ部材、 20 … オルダム継手、 21 … 偏心軸、 22 … ボールベアリング、 23 … ローラ、 24 … 保持器、 25 … ニードルベアリング、 30 … 中間部材、 31 … 筒状基部、 33a … 伝達キー、 100 … 内燃機関、 101 … 制御装置、 105 … 排気カムシャフト、 106a … 吸気弁、 106b … 排気弁、 111 … 吸気管、 112 … 吸気マニホールド、 113 … スロットル弁、 113a … スロットル開度センサ、 114 … 流量センサ、 115 … 吸気温センサ、 116 … 吸気圧センサ、 121 … クランク角センサ、 122 … 水温センサ、 123 … クランクシャフト、 126 … アクセルポジションセンサ、 140 … 筒内圧センサ、 150 … 気筒、 160 … 排気マニホールド、 161 … 三元触媒、 162 … 上流側空燃比センサ、 163 … 下流側空燃比センサ、 170 … ピストン、 180 … シリンダヘッド、 181 … 軸受、 200 … 点火プラグ、 310 … アナログ入力部、 320 … デジタル入力部、 330 … A / D 変換部、 340 … RAM、 350 … MPU、 360 … ROM、 370 … I / O ポート、 380 … 出力回路、 381 … 全体制御部、 382 … 燃料噴射制御部、 383 … 点火制御部、 390 … バルブタイミング制御部、 400 … 燃料噴射装置、 410 … ブランジャロッド、 500 … バルブタイミング制御装置

30

40

【四面】

【 四 1 】

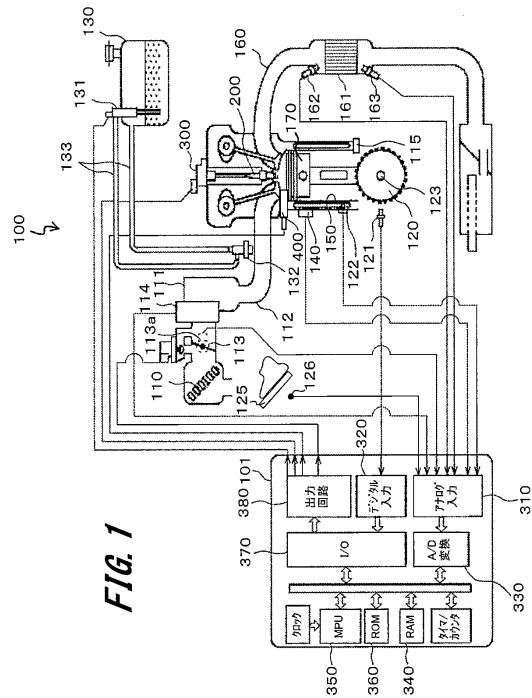


FIG. 1

【図2】

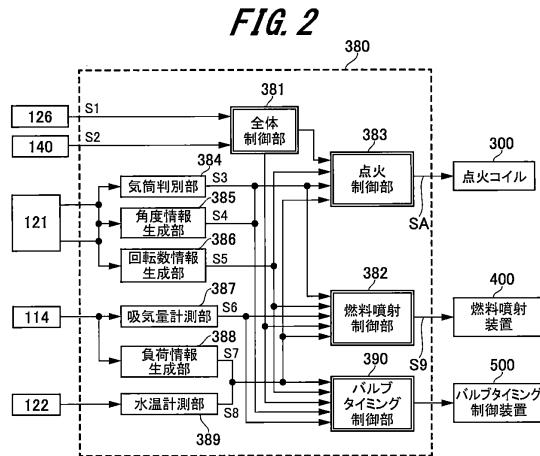


FIG. 2

10

20

【図3】

【 四 4 】

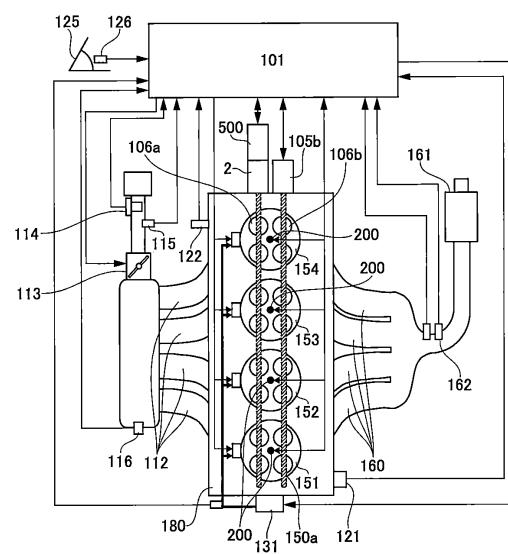


FIG. 3

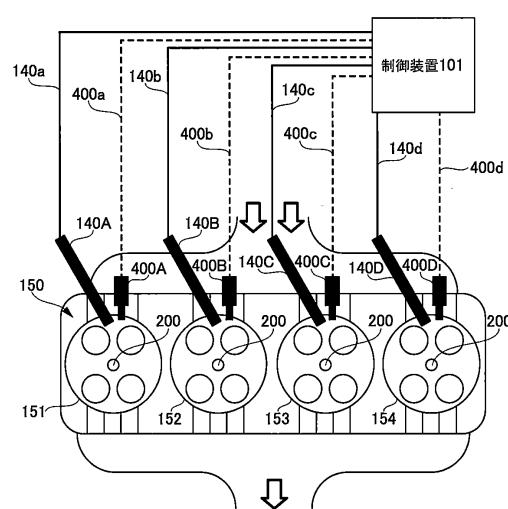


FIG. 4

30

40

50

【 四 5 】

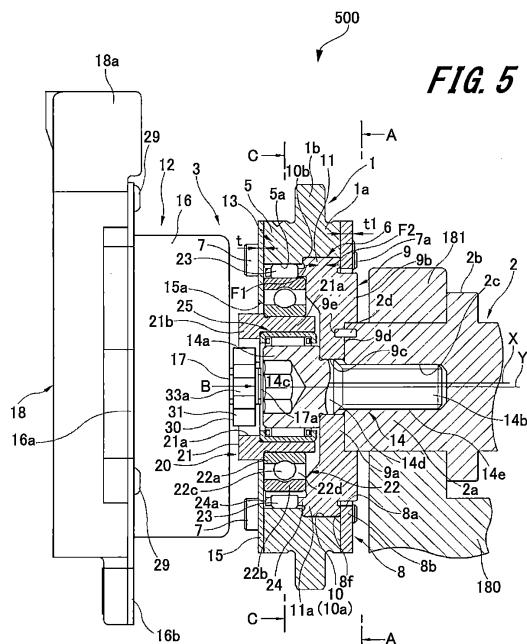


FIG. 5

【図6】

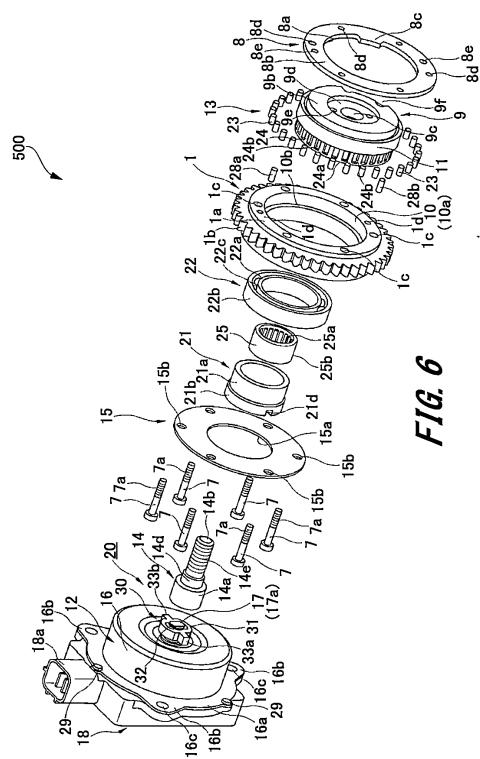


FIG. 6

【 7 】

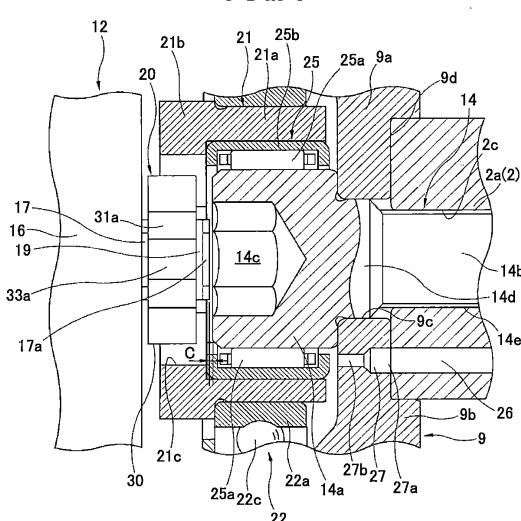


FIG. 7

【 図 8 】

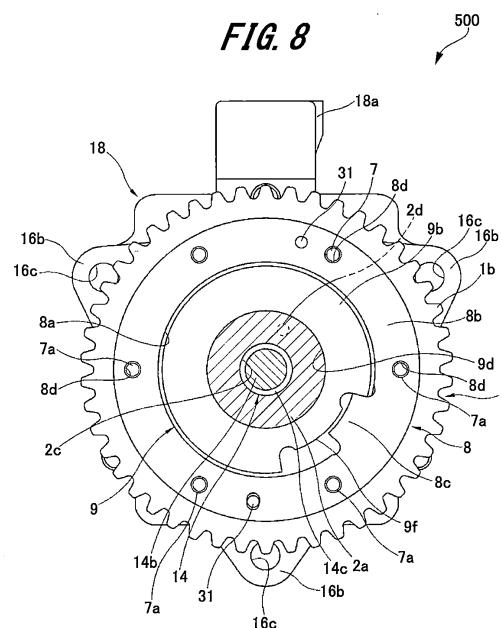


FIG. 8

10

20

30

40

50

【 四 9 】

【図10】

FIG. 9

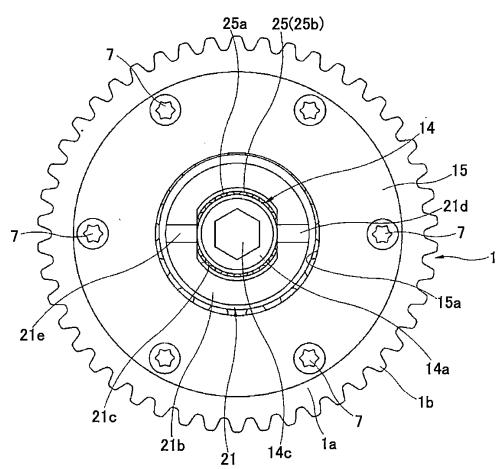
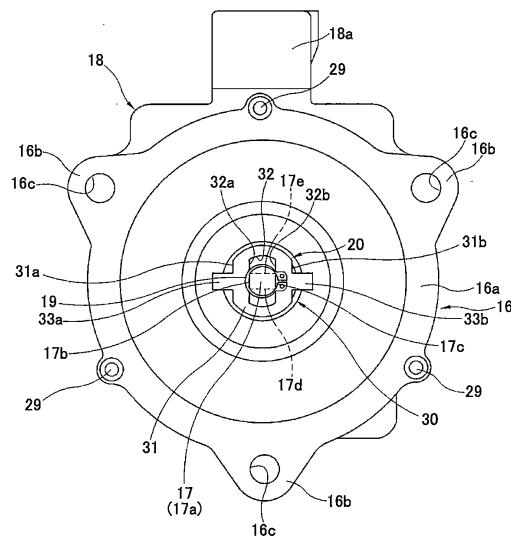


FIG. 10



10

20

【 図 1 1 】

【图 12】

FIG. 11

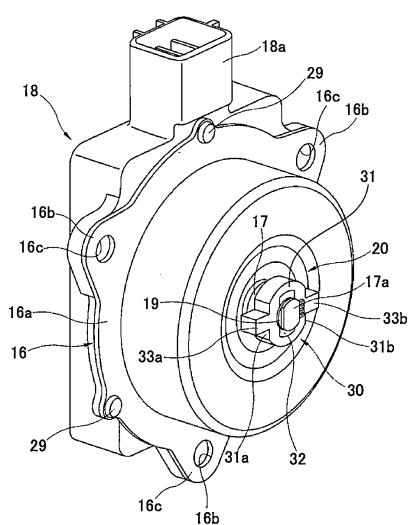
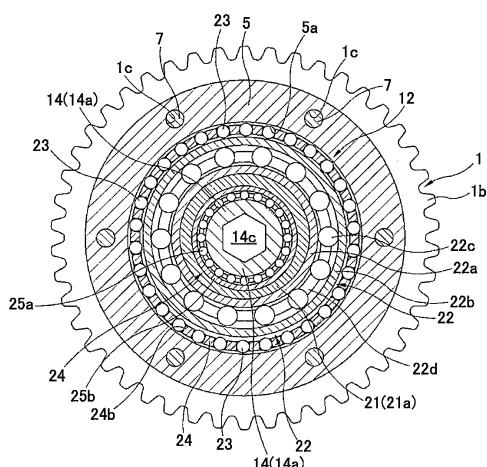


FIG. 12

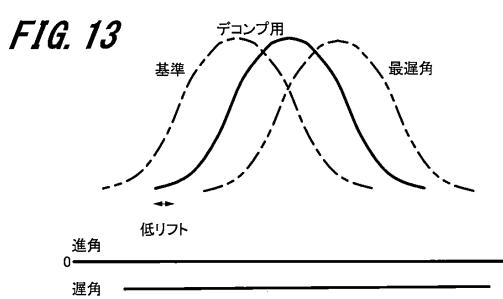


30

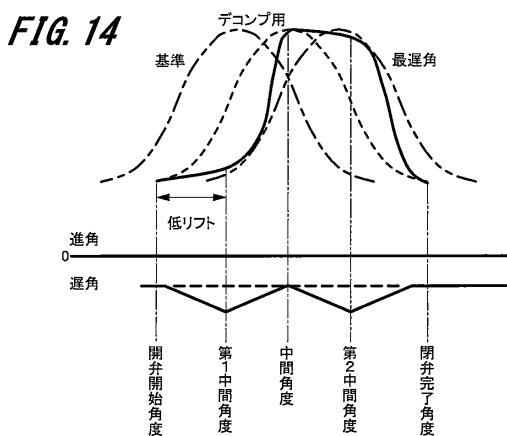
40

50

【図 1 3】

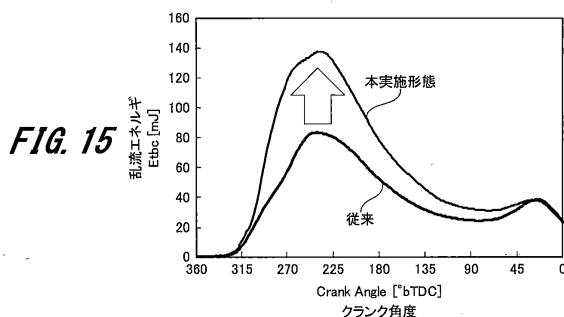


【図 1 4】

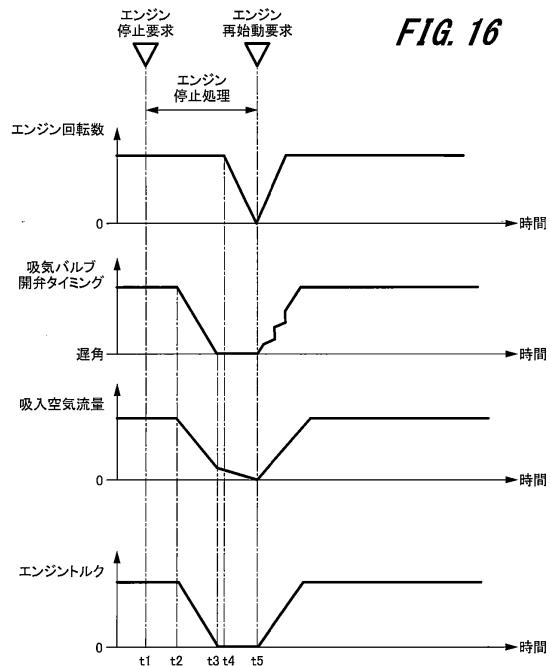


10

【図 1 5】



【図 1 6】



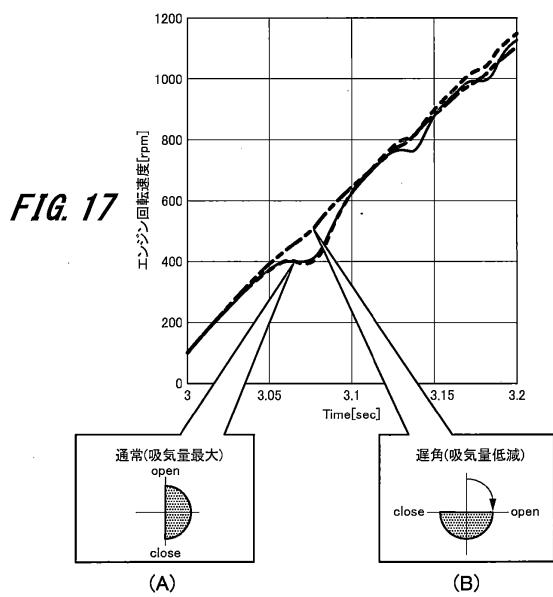
20

30

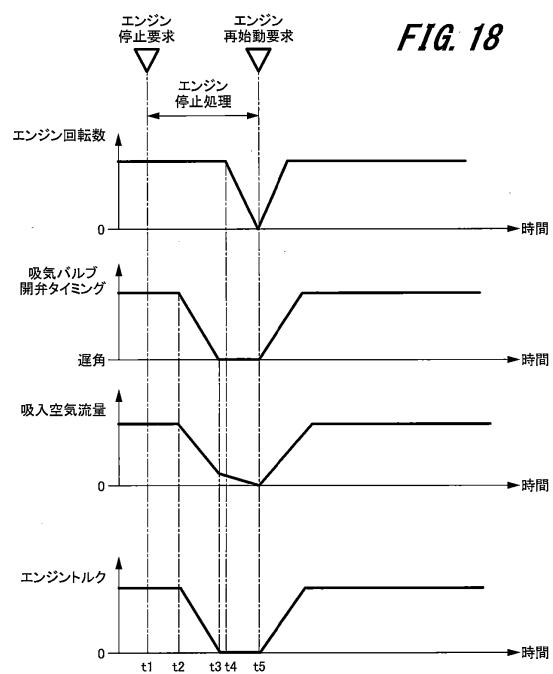
40

50

【図 17】



【図 18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-077841(JP,A)
 特開2007-298047(JP,A)
 特開2003-254100(JP,A)
 米国特許出願公開第2006/0027208(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 F01L 1/34 - 1/356
 9/00 - 9/40
 13/00 - 13/08
 F02D 13/02