

(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
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

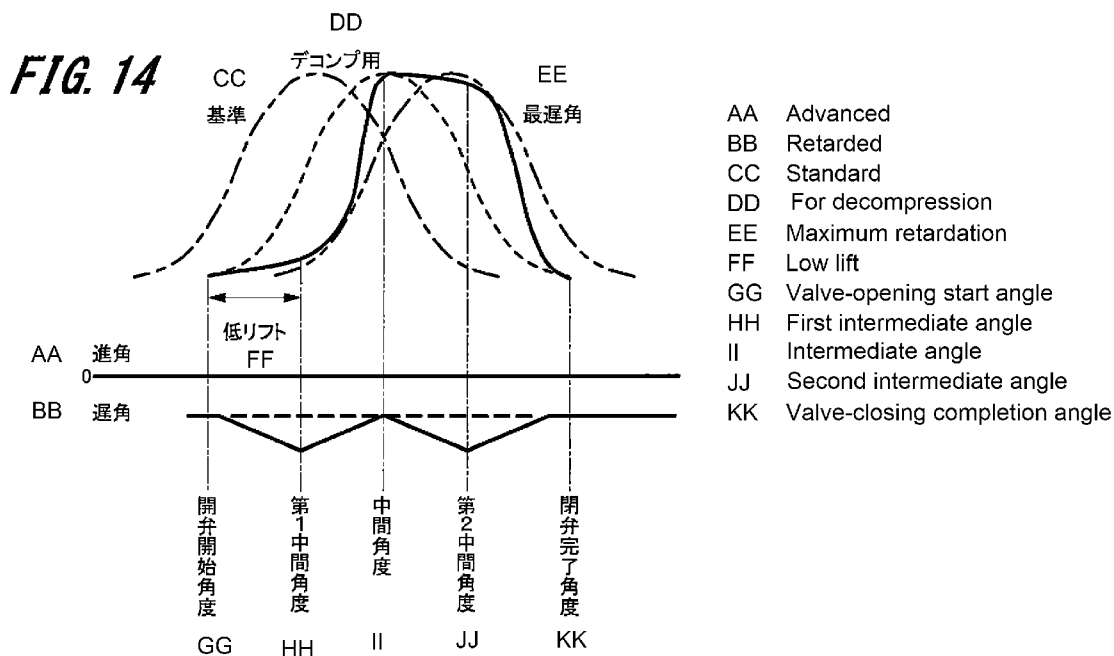
WO 2022/009532 A1

- (51) 国際特許分類:
F01L 13/00 (2006.01) *F01L 1/352* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/019019
- (22) 国際出願日: 2021年5月19日(19.05.2021)
- (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 2020-116924 2020年7月7日(07.07.2020) JP
- (71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, 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: 大 畠 英 一 郎 (OHATA Eiichiro);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番
地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特 許 業 務 法 人 信 友 国 際 特 許
事 務 所 (SHIN-YU INTERNATIONAL PATENT
FIRM); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚 2 - 1
- 6 笹塚センタービル 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, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND CONTROL METHOD FOR IN-
TERNAL COMBUSTION ENGINE

(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

[図14]



(57) Abstract: The objective of the present invention is to suppress vibrations during startup of an internal combustion engine, and to suppress misfire. The crank angle at which an intake valve starts to open is defined as a valve-opening start angle, the crank angle at which the intake valve completes valve closing is defined as a valve-closing completion angle, an angle midway between the valve-opening start angle and the valve-closing completion angle is defined as an intermediate angle, and an angle midway between the valve-opening start angle and the intermediate angle is defined as a



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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

first intermediate angle. The internal combustion engine control device includes a valve timing control unit which restricts the amount of lift of the intake valve after the intake valve starts to open until the first intermediate angle is exceeded, and then changes the intake valve to a maximum lift position at the timing at which the intermediate angle is reached.

(57) 要約：本発明は、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。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、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。

明 細 書

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

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。

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、従来のセルスタータに代えて、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。

[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。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：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 t_5 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。

[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ブロック図である。

[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] 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。

[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] [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／Ｄｉｇｉｔａ）変換部３３０と、ＲＡＭ（Random Access Memory）３４０と、ＭＰＵ（Micro-Processing Un

it) 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。

[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、RAM340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。

[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RAM340に記憶される。

[0034] RAM340に記憶された各出力信号は、MPU350で演算処理される。

[0035] MPU350は、ROM360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、RAM340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。MPU350は、制御プログラムに従って、内燃機関100を駆動する各アクチュエータ（例えば、スロットル弁113、プレッシャレギュレータ132、点火プラグ200等）の作動量を規定する制御値を算出し、その制御値をRAM340に一時的に記憶する。

[0036] RAM340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370を介して出力回路380に出力される。

[0037] 出力回路380には、各種センサ（例えば、筒内圧センサ140）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381（図2参照

）と、燃料噴射装置４００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３８２（図２参照）と、点火プラグ２００に印加する電圧を制御する点火制御部３８３（図３参照）の機能などが設けられている。

[0038] [制御装置の機能ブロック]

次に、制御装置１０１の機能構成を説明する。

[0039] 図２は、制御装置１０１の機能構成を説明する機能ブロック図である。

[0040] 制御装置１０１の各機能は、ＭＰＵ３５０がＲＯＭ３６０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３８０における各種機能として実現される。出力回路３８０における各種機能は、例えば、燃料噴射制御部３８２による燃料噴射装置４００の制御や、点火制御部３８３による点火プラグ２００の放電制御がある。

[0041] 図４に示すように、制御装置１０１の出力回路３８０は、全体制御部３８１と、燃料噴射制御部３８２と、点火制御部３８３と、バルブタイミング制御部３９０とを有する。

[0042] [全体制御部]

全体制御部３８１は、アクセルポジションセンサ１２６と、筒内圧センサ１４０（ＣＰＳ）に接続されており、アクセルポジションセンサ１２６からの要求トルク（加速信号Ｓ１）と、筒内圧センサ１４０からの出力信号Ｓ２とを受け付ける。全体制御部３８１は、筒内圧センサ１４０からの出力信号Ｓ２の所定の補正期間に応じて補正を行う。

[0043] 全体制御部３８１は、アクセルポジションセンサ１２６からの要求トルク（加速信号Ｓ１）と、筒内圧センサ１４０からの出力信号Ｓ２とに基づいて、燃料噴射制御部３８２と、点火制御部３８３と、バルブタイミング制御部３９０の全体的な制御を行う。

[0044] [点火制御部]

点火制御部３８３は、全体制御部３８１のほか、気筒判別部３８４と、角度情報生成部３８５と、回転数情報生成部３８６と、負荷情報生成部３８８と、水温計測部３８９とに接続されており、これらからの各情報を受け付け

る。

[0045] 点火制御部 383 は、受け付けた各情報に基づいて、点火コイル 300 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。

[0046] 点火制御部 383 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 300 の 1 次側コイルに点火信号 SA を出力することで、点火プラグ 200 による放電制御を行う。

[0047] [燃料噴射制御部]

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。

[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 38

6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。

[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。

[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。

[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] 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。
- [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、シリンダヘッド１８０が設けられている。シリンダヘッド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。
- [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と電氣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。
- [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。

[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sprocket１（以下、sprocket１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、sprocket１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。

[0068] スプロケット1は、全体が金属材料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のクランクシャフト123（図1参照）からの回転力を受ける。

[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。

[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、金属材料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 5 a の歯底面よりも内側に位置している。

[0073] また、保持プレート 8 は、中央孔 8 a 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 8 c が一体に設けられている。このストッパ凸部 8 c 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 9 b のストッパ凹溝 9 f 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] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] カムシャフト 2 は、外周に吸気弁 1 0 6 a (図 3 参照) を開作動させる一

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2aには、フランジ部2bが一体に設けられている。フランジ部2bは、軸受181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2aにおける内部軸心方向には、雌ねじ部2cが形成されている。雌ねじ部2cには、後述のカムボルト14が螺着する。カムボルト14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2a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2dが圧入固定されている。

[0079] 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9aと、該円盤状本体9aの後端側(カムシャフト2側)に有する円環状の固定端部9bと、から主として構成されている。

[0080] 円盤状本体9a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11が一体に設けられている。また、円盤状本体9aは、固定端部9bを含む内部軸心方向にカムボルト14の軸部14bが挿通するボルト挿通孔9cが貫通形成されている。このボルト挿通孔9cは、内径がカムシャフト2の雌ねじ部2cの内径よりも大きく形成されている。

[0081] 固定端部9bは、一定の肉厚を有しており、円盤状本体9aからカムシャフト2方向へ突出している。また、固定端部9b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9cの外周側)には、円環状の嵌合溝9dが形成されている。固定端部9bの嵌合溝9dには、カムシャフト2の一端部2aにおける先端部が嵌合する。嵌合溝9dの底面には、位置決め用の孔9eが形成されている。位置決め用の孔9eには、前述したカムシャフト2の位置決め用のピン2dが軸方向から挿入される。

[0082] また、固定端部9bの外周面には、ストッパ凹溝9fが円周方向に沿って形成されている。ストッパ凹溝9f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9f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転する。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 の回転が規制される。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 9 d にカムシャフト 2 の一端部 2 a の先端部が軸方向から嵌合した状態で、カムボルト 1 4 によってカムシャフト 2 の一端部 2 a 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 1 a の内周面に形成された円環状の軸受凹部 1 0 と、円盤状本体 9 a の外周面に設けられ、軸受凹部 1 0 の内部に配置されたジャーナル部 1 1 と、軸受凹部 1 0 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 1 0 は、スプロケット本体 1 a 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 1 a の内周面側のみに配置形成されている。また、軸受凹部 1 0 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 1 0 は、その一部が各歯車部 1 b 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。

[0086] さらに、軸受凹部 1 0 の円環状の底面には、滑り軸受面 1 0 a が形成されている。また、軸受凹部 1 0 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 1 0 b が滑り軸受面 1 0 a から径方向へほぼ直角に切欠されている。また、軸受凹部 1 0 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 8 b の内側面 8 f によって覆われている。

[0087] ジャーナル部 1 1 は、円盤状本体 9 a の外周面から径方向外側へ突出している。ジャーナル部 1 1 の断面形状は、軸受凹部 1 0 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 1 1 は、軸受凹部 1 0 が

各歯車部 1 b 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 1 b 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 1 1 の基部 1 1 a 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 1 1 の環状の外周面は、軸受凹部 1 0 の滑り軸受面 1 0 a 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 8 f と軸受凹部 1 0 の内側面 1 0 b と接触するのを回避するようになっている。

[0089] ジャーナル部 1 1 は、軸方向のフロントプレート 1 5 側の一端面が軸受凹部 1 0 の内側面 1 0 b に摺動可能になっている。この軸受凹部 1 0 の内側面 1 0 b が、スプロケット 1 の傾動時においてジャーナル部 1 1 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 1 1 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 8 b の内側面 8 f に摺動可能になっている。この保持プレート 8 の内側面 8 f が、スプロケット 1 の傾動時においてジャーナル部 1 1 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。

[0091] カムボルト 1 4 は、図 5 及び図 7 に示すように、ほぼ円柱状の頭部 1 4 a と、該頭部 1 4 a に一体に固定された軸部 1 4 b と、を有している。

[0092] 頭部 1 4 a 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 1 4 c が形成されている。また、頭部 1 4 a の外周面には、ニードルベアリング 2 5 の各ニードルローラ 2 5 a が転動可能に保持されている。

[0093] 軸部 1 4 b は、頭部 1 4 a との結合部に一体に設けられた大径部 1 4 d を有する。また、大径部 1 4 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 1 4 e が形成されている。

[0094] 大径部 1 4 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 1 4 d の軸方向の長さは、ボルト挿通孔 9 c の軸方向の長さとはほぼ同一に設定されている。また、大径部 1 4 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 1 4 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。

- [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 1 2 と、この電動モータ 1 2 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 1 3 と、から主として構成されている。
- [0096] 図 1 0 は、電動モータ 1 2 の正面図である。図 1 1 は、電動モータ 1 2 の斜視図である。
- [0097] 電動モータ 1 2 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 1 2 は、チェ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 1 6 と、モータハウジング 1 6 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 1 7 と、モータ出力軸 1 7 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 1 6 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 1 8 と、を有している。
- [0098] モータハウジング 1 6 は、ほぼカップ状に形成されている。モータハウジング 1 6 の前端部(底壁)におけるほぼ中央には、モータ出力軸 1 7 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 1 6 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 1 6 a が一体に設けられている。フランジ部 1 6 a は、円周方向の約 1 2 0 ° 位置に 3 つのブラケット片 1 6 b が一体に設けられている。また、この 3 つのブラケット片 1 6 b には、ボルト挿通孔 1 6 c が貫通形成されている。ボルト挿通孔 1 6 c には、不図示のチェーンケースに結合されるボルトが挿通される。
- [0099] さらに、フランジ部 1 6 a の円周方向の各ブラケット片 1 6 b の間には、3 つのボルト 2 9 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 2 9 は、モータハウジング 1 6 に給電機構 1 8 を結合する。
- [0100] なお、ボルト挿通孔 1 6 c やボルト 2 9 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。

[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、通電回路に電氣的に接続される給電用コネクタ 18a 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 18a 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 101 へ出力される。

[0104] モータ出力軸 17 は、金属材料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对の嵌着溝 17d、17e が形成されている。嵌着溝 17d、17e には、ストッパ部材 19 が径方向から嵌着固定されている。ストッパ部材 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、ストッパ部材 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弾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对の平面部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、円弧状の一对の内周面と、二面幅状の一对の対向面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、一对の平面部３１ａ、３１ｂの長手方向（図１０の上下方向）のほぼ中央位置に一对の突出部である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、コイル部に通电してモータ出力軸 17 の回転制御を行う。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。

[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。

[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、一对のキー溝 21d、21e が形成されている。一对のキー溝 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。

[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。

[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 の背面に微小なクリアランスを介して非接触状態になっている。

[0122] 外輪 22b は、外周面に各ローラ 23 の外周面が転動可能に当接している。また、外輪 22b の外周面と保持器 24 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 22 は、クリアランスを介して全体が偏心軸部 21a の偏心回転に伴って径方向へ偏心動可能になっている。

[0123] 保持器 24 は、円環板状に形成されている。保持器 24 は、円盤状本体 9a の外周部に一体に設けられている。つまり、保持器 24 は、円盤状本体 9a のジャーナル部 11 の基部 11a からフロントプレート 15 方向へ直線状

に突出している。保持器 24 の先端面 24 a とフロントプレート 15 の内側面 15 c との間には、所定のクリアランスが形成されている。

[0124] また、保持器 24 は、複数のローラ保持孔 24 b を有している。複数のローラ保持孔 24 b は、複数のローラ 23 をそれぞれ転動自在に保持する。このローラ保持孔 24 b は、保持器 24 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形状に形成されている。また、ローラ保持孔 24 b は、その全体の数(ローラ 23 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。

[0125] 各ローラ 23 は、鉄系金属によって形成されている。各ローラ 23 は、ボールベアリング 22 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 23 は、保持器 24 のローラ保持孔 24 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。

[0126] また、減速機構 13 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 100 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 180 内からカムシャフト 2 の内部に形成された油通路 26 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 27 と、を有している。

[0127] 油孔 27 は、上流側の大径な一端部 27 a と、下流側の小径な他端部 27 b を有している。油孔 27 の一端部 27 a は、油通路 26 と連通している。油孔 27 の他端部 27 b は、ニードルベアリング 25 のシェル 25 b における側部付近に開口している。

[0128] また、油孔 27 から減速機構 13 の内部に流入した潤滑油は、ボールベアリング 22 の内部や外周側の保持器 24 内などを通り、軸受凹部 10 とジャーナル部 11 との間に流入する。つまり、潤滑油は、ジャーナル部 11 の両端面や外周面と軸受凹部 10 の内側面 10 b や滑り軸受面 10 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 15 の挿入孔 1

5 a から外部に排出される。

[0129] 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。

[0130] [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 500 の作用について説明する。

[0131] まず、内燃機関 100 のクランクシャフト 123 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 23 から保持器 24 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 106 a (図 3 参照) を開閉作動させる。

[0132] 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。

[0133] 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 106 a 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。

[0134] このように、吸気弁 106 a 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。

[0135] [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 106 a のリフト量を可変する。

[0136] 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 1 4 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。

[0137] 図 1 3 に示すように、従来のバルブタイミング制御では、気筒 1 5 0（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 1 0 6 a 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。

[0138] 図 1 4 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 1 0 6 a の開弁中に、クランクシャフト 1 2 3 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 1 0 6 a 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。

[0139] ここで、吸気弁 1 0 6 a 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 1 0 6 a 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。

[0140] 図 1 4 に示すように、制御装置 1 0 1 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 1 0 6 a 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 1 0 6 a 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 1 0 6 a 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。

[0141] 次に、制御装置 1 0 1 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の開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。

[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。

[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。

[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 t_5 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、 t_5 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る。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る。

[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、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（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。
- [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。
- [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。
- [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。

[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）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。

[0157] 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。

[0158] 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。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。

[0159] 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。

[0160] 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。

[0161] 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。

[0162] 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たため、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。

[0165] また、上述した実施形態では、吸気弁 106 a 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。

符号の説明

[0166] 1…タイミングsprocket（sprocket）、 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…ストッパ部材、 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、 33 a…伝達キー、 100…内燃機関、 101…制御装置、 105…排気カムシャフト、 106 a…吸気弁、 106 b…排気弁、 111…吸気管、 112…吸気マニホールド、 113…スロットル弁、 113 a…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、 38

３…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…プランジャロッド、 ５００…バルブタイミング制御装置

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、

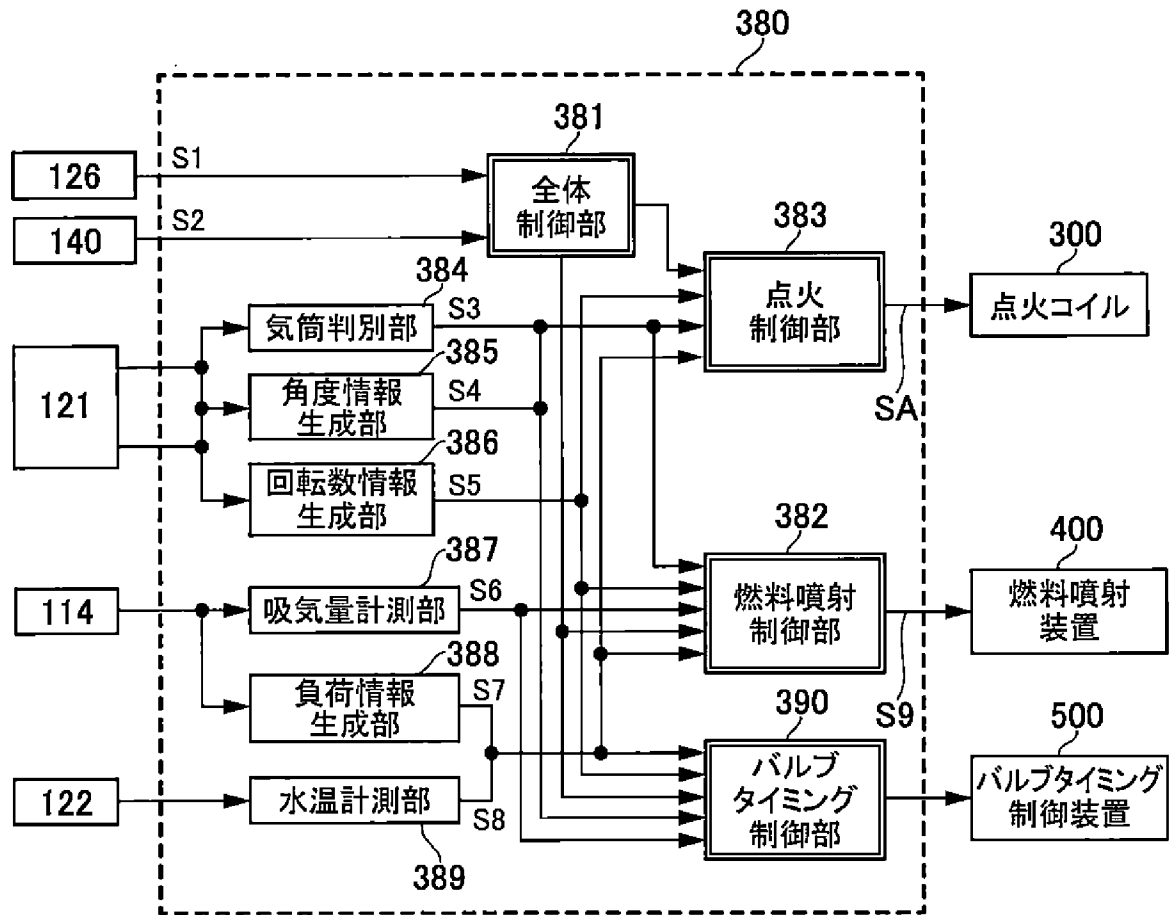
前記クランクシャフトの回転角度であるクランク角度を検出するクランク角センサと、を備える内燃機関の制御方法において、

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

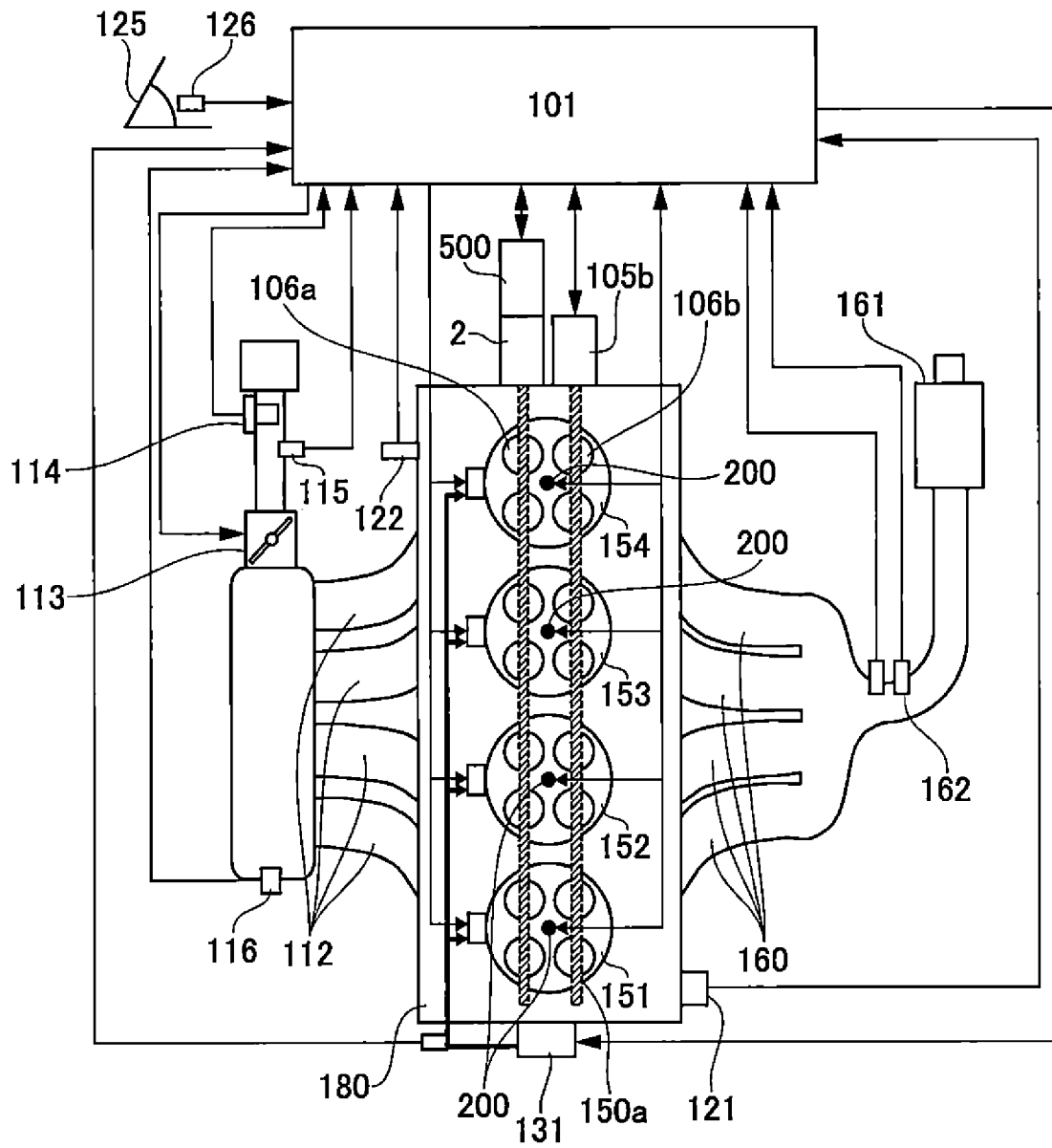
内燃機関の制御方法。

[図2]

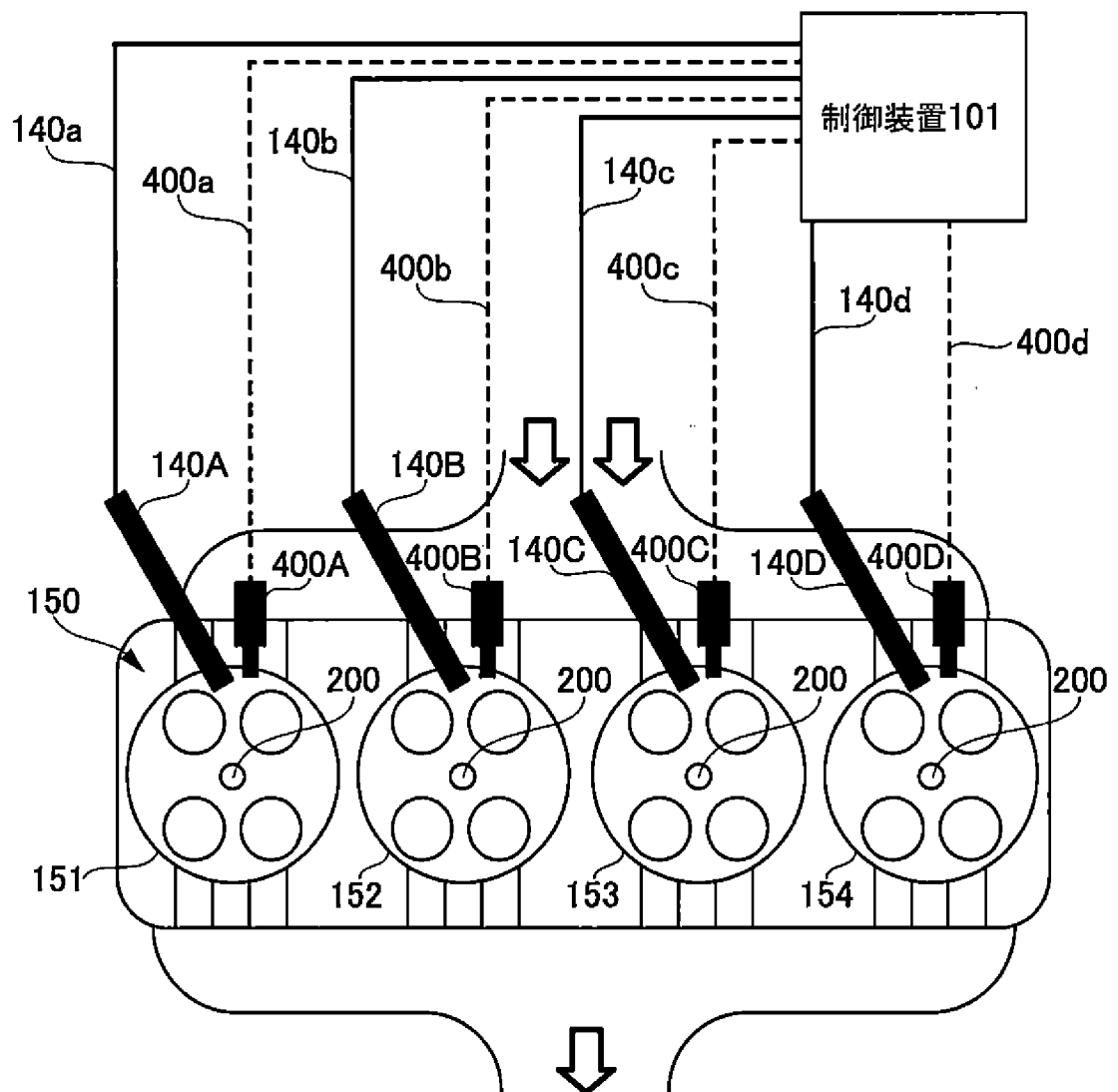
FIG. 2



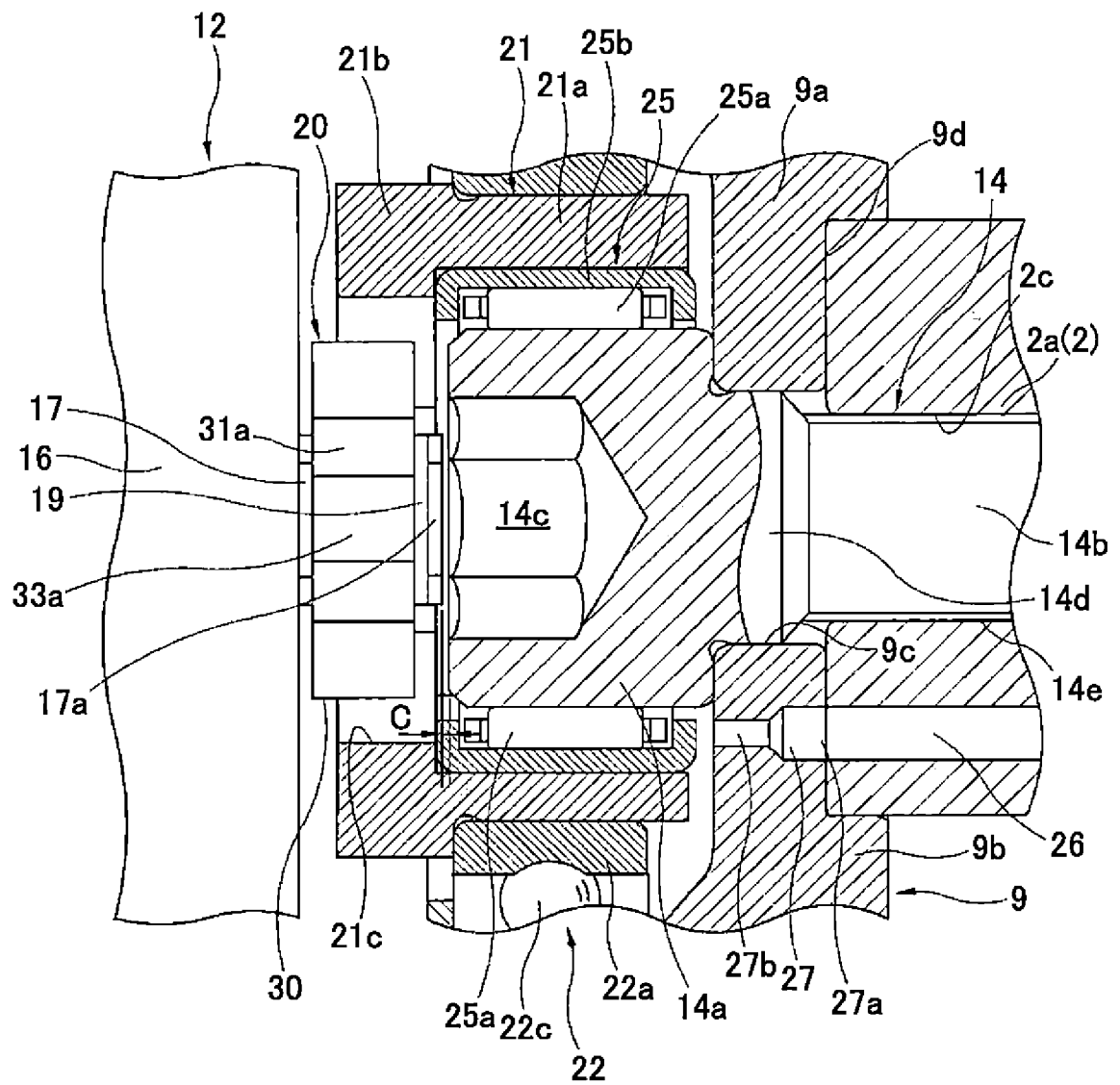
[図3]

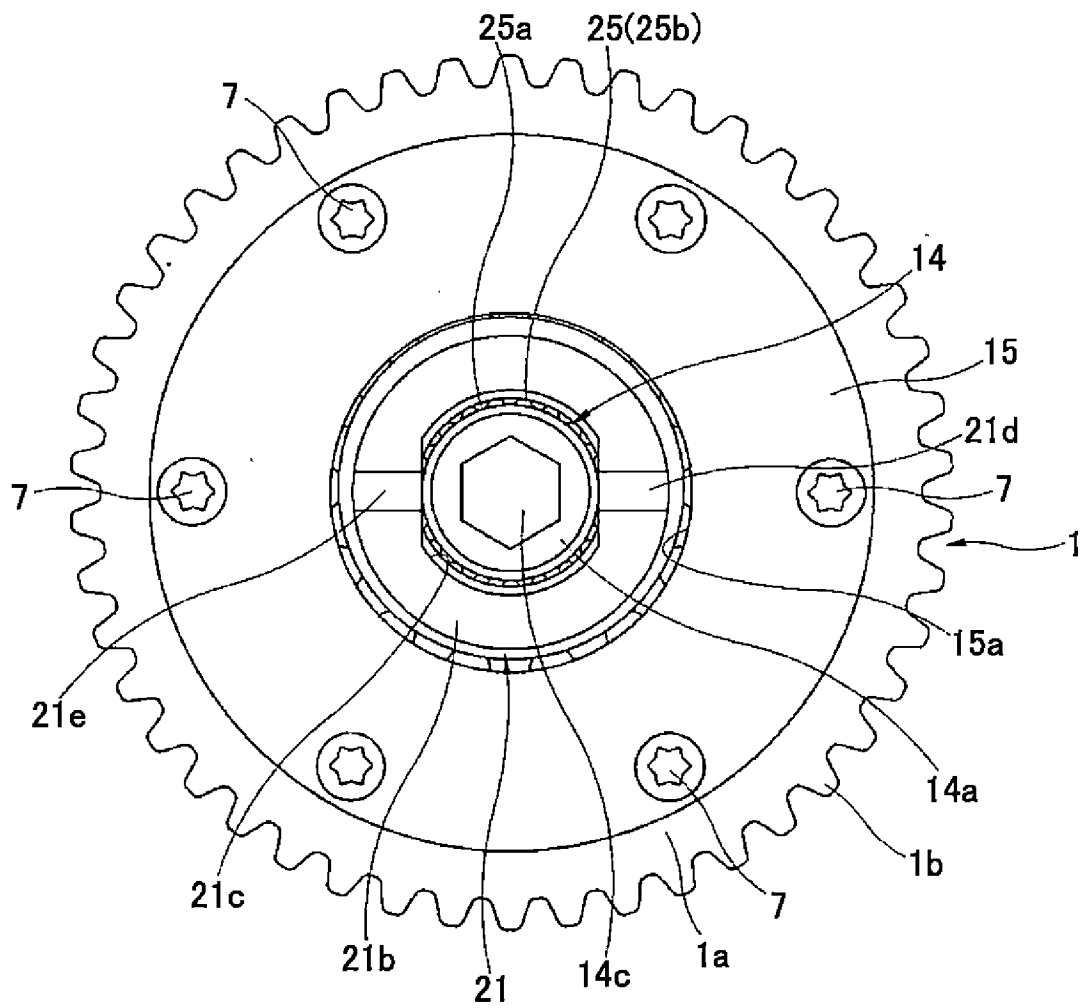
FIG. 3

[図4]

FIG. 4

[図7]

FIG. 7



[図10]

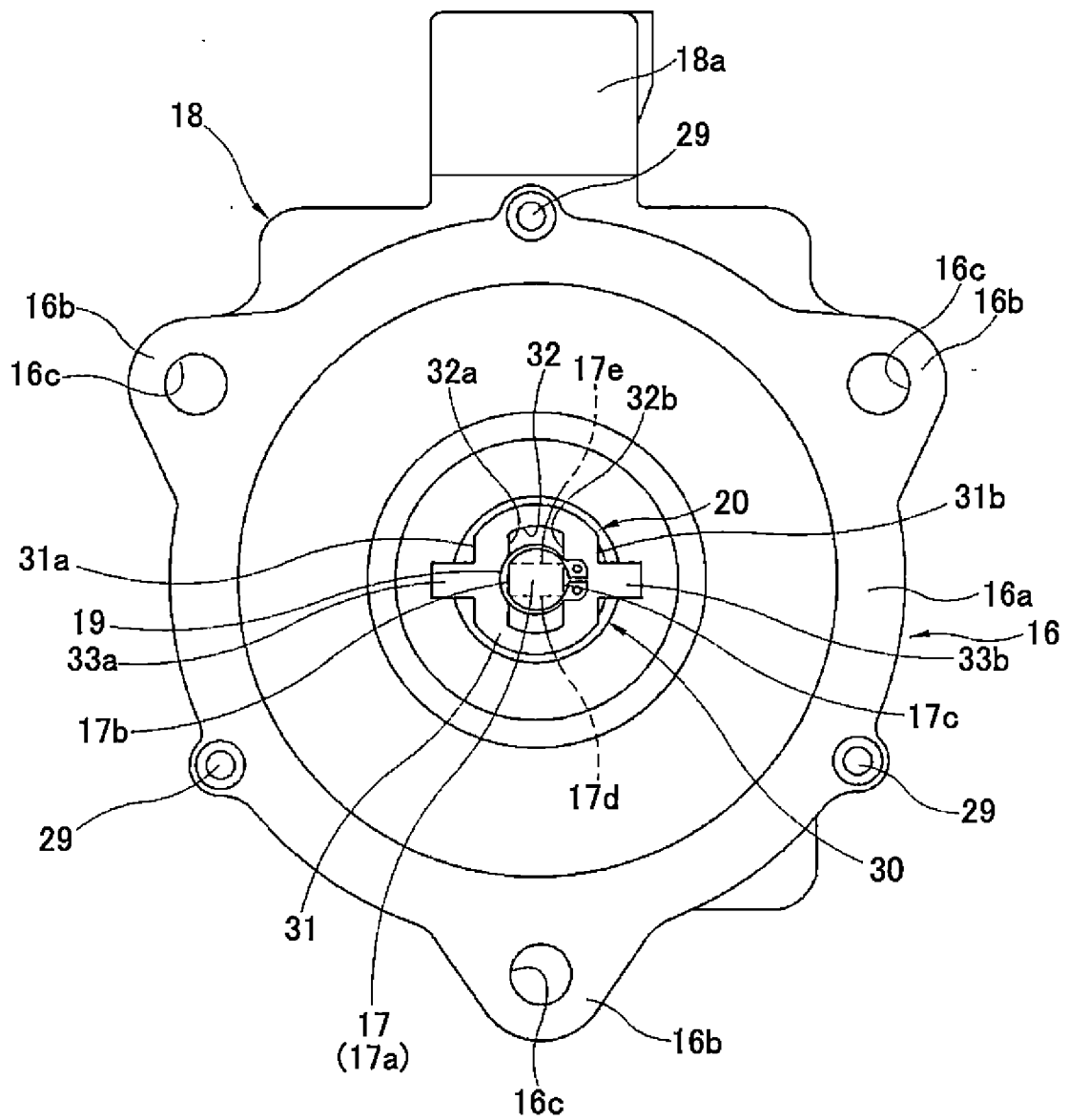
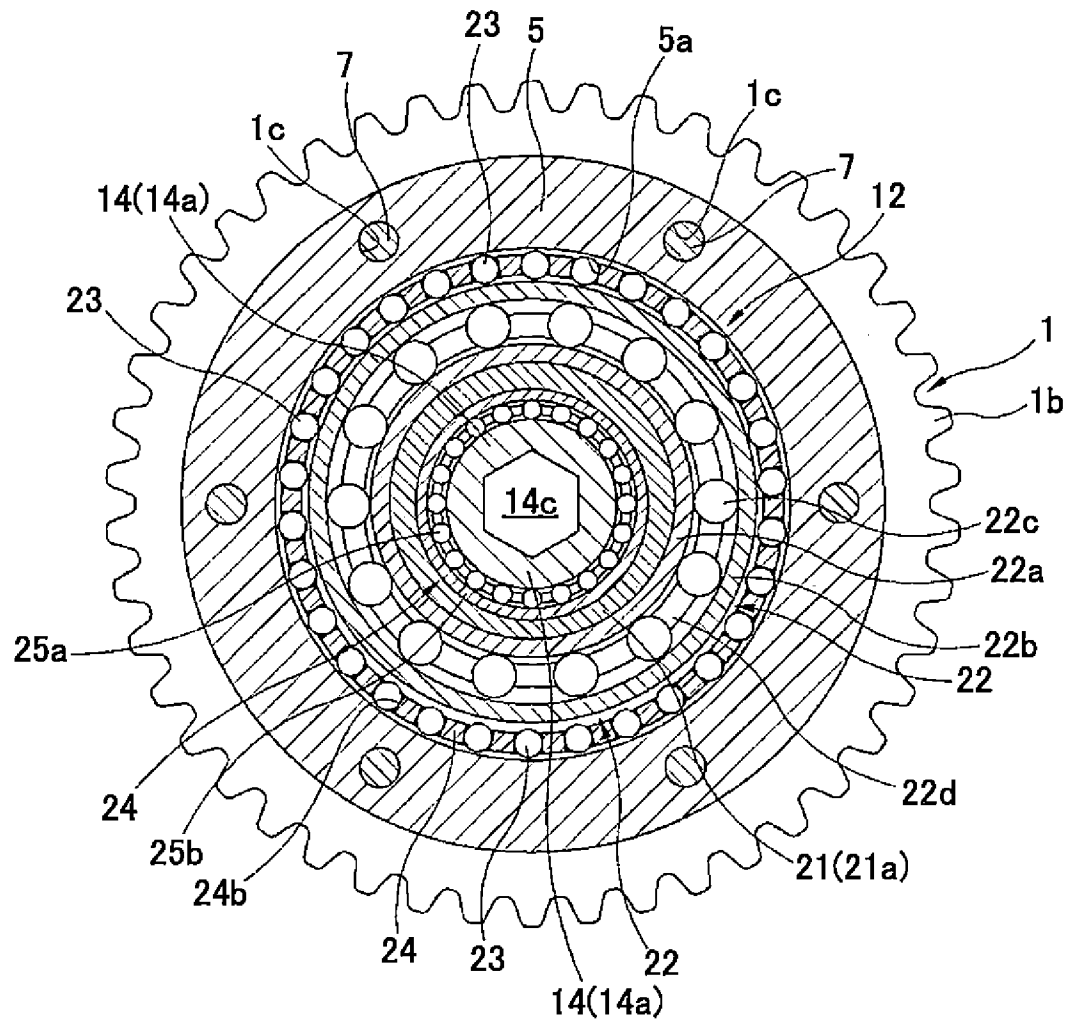
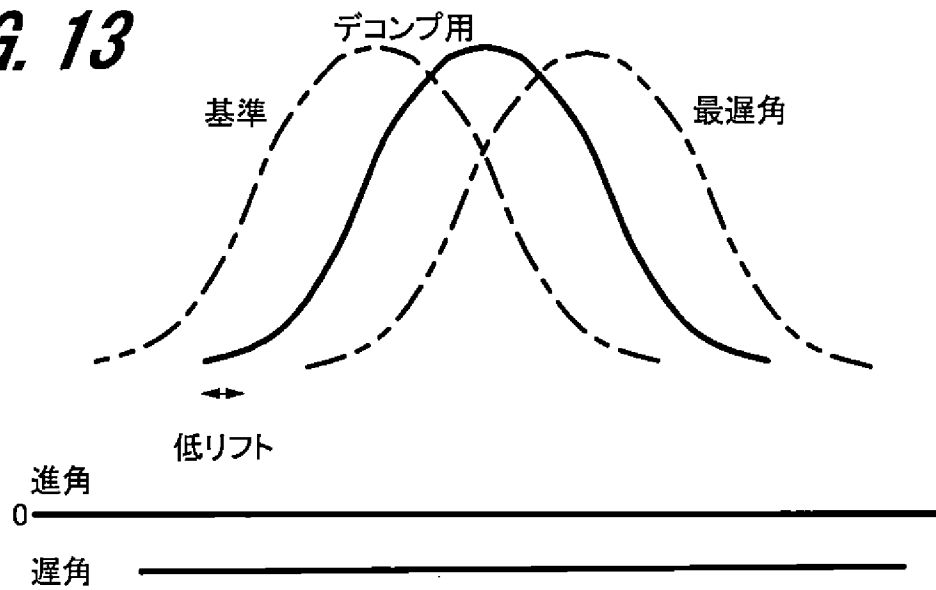
FIG. 10

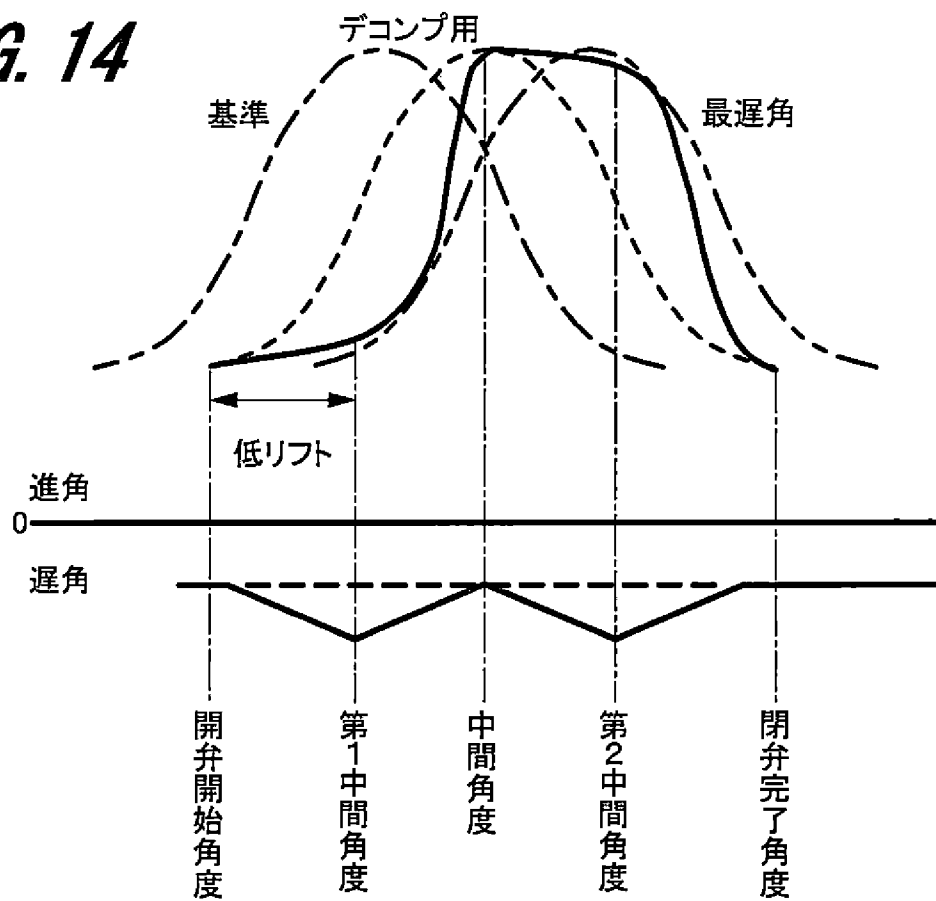
FIG. 12



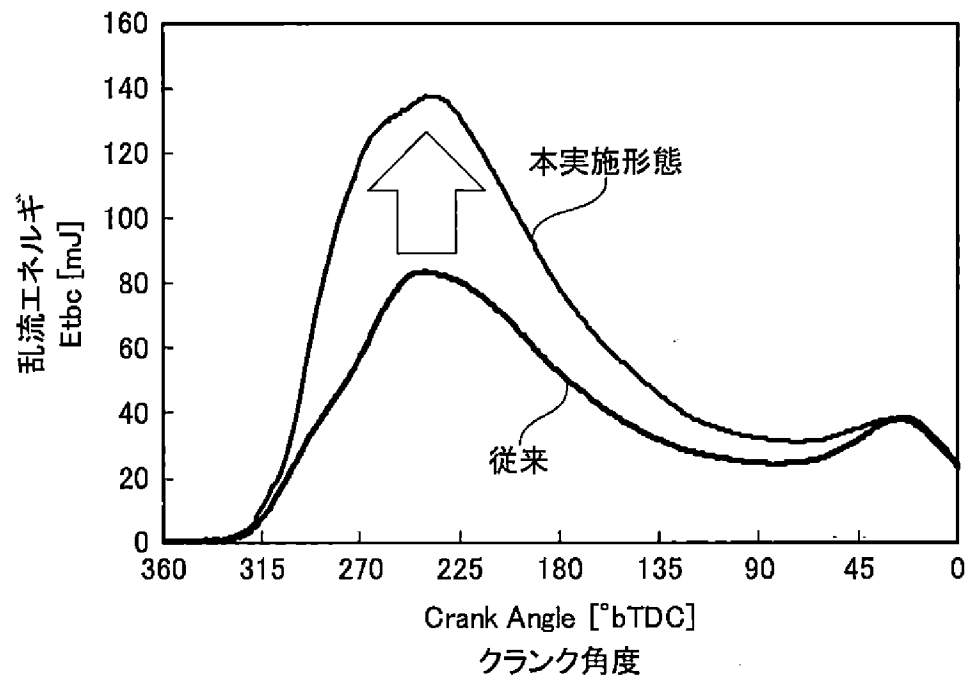
[図13]

FIG. 13

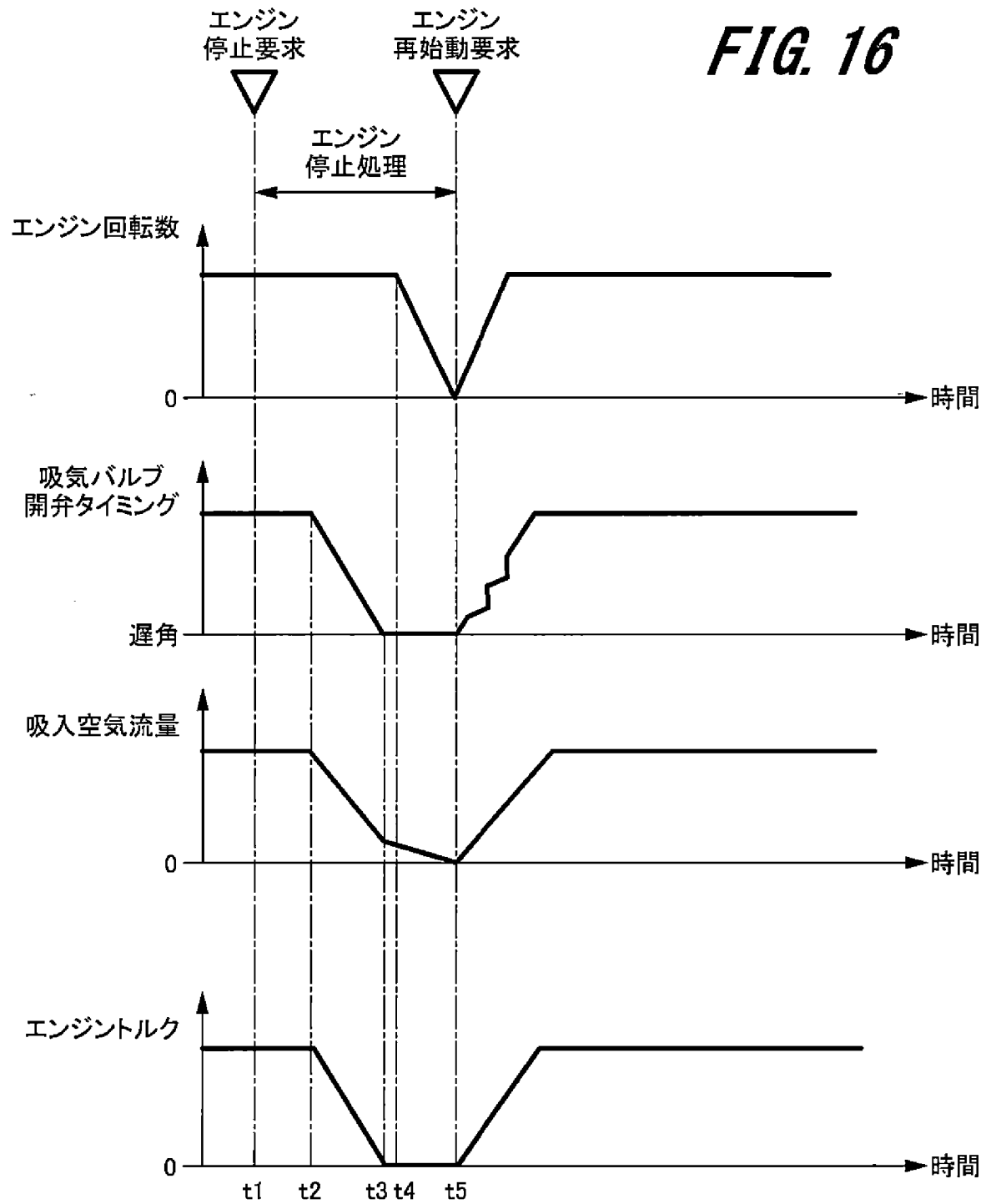
[図14]

FIG. 14

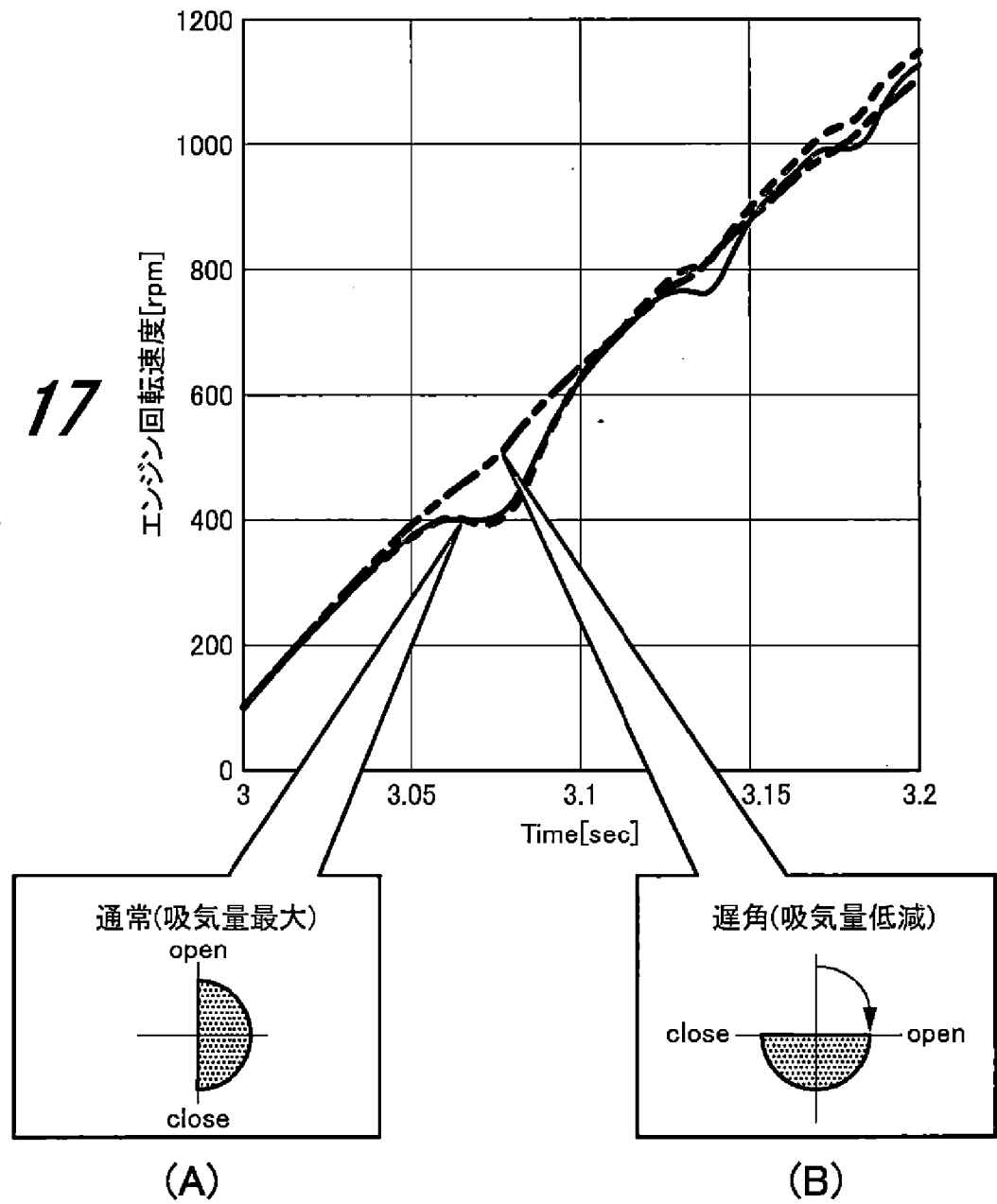
[図15]

FIG. 15

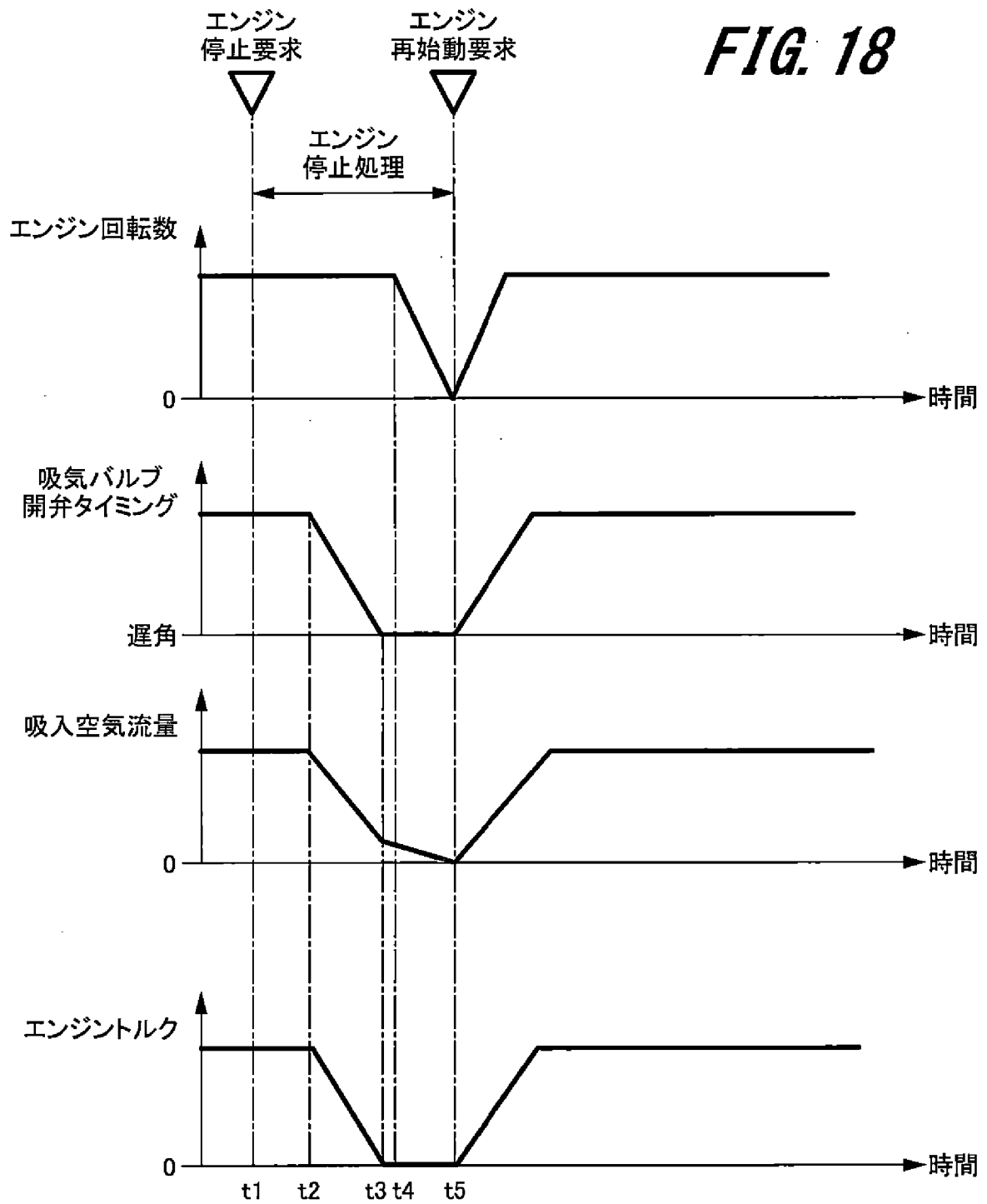
[図16]



[図17]

FIG. 17

[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/019019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F01L13/00 (2006.01) i, F02D13/02 (2006.01) i, F01L1/352 (2006.01) i
FI: F01L1/352, F02D13/02H, F01L13/00301Z

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. F01L13/00, F02D13/02, F01L1/352

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	JP 2007-77841 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 29 March 2007 (2007-03-29), paragraphs [0027]-[0039], fig. 9	1-11
A	JP 2007-298047 A (HITACHI, LTD.) 15 November 2007 (2007-11-15), paragraphs [0022]-[0076], fig. 7, 10-15	1-11
A	JP 2003-254100 A (HITACHI UNISIA AUTOMOTIVE LTD.) 10 September 2003 (2003-09-10), paragraphs [0028], [0042]-[0082], fig. 7, 10-15	1-11
A	US 2006/0027208 A1 (PINKSTON, B.) 09 February 2006 (2006-02-09), paragraphs [0039]-[0048], fig. 2 (A) -2 (C)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 July 2021	Date of mailing of the international search report 27 July 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/019019

JP 2007-77841 A 29 March 2007 (Family: none)

JP 2007-298047 A 15 November 2007 (Family: none)

JP 2003-254100 A 10 September 2003 (Family: none)

US 2006/0027208 A1 09 February 2006 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01L 13/00(2006.01)i; F02D 13/02(2006.01)i; F01L 1/352(2006.01)i FI: F01L1/352; F02D13/02 H; F01L13/00 301Z														
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）） F01L13/00; F02D13/02; F01L1/352														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021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												
A	JP 2007-77841 A（日産自動車株式会社）29.03.2007（2007-03-29） 段落0027-0039, 図9	1-11												
A	JP 2007-298047 A（株式会社日立製作所）15.11.2007（2007-11-15） 段落0022-0076, 図7, 10-15	1-11												
A	JP 2003-254100 A（株式会社日立ユニシアオートモティブ）10.09.2003（2003-09-10） 段落0028, 0042-0082, 図7, 10-15	1-11												
A	US 2006/0027208 A1（PINKSTON, Bruce）09.02.2006（2006-02-09） paragraphs 0039-0048, FIGs. 2(A)-2(C)	1-11												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 14.07.2021	国際調査報告の発送日 27.07.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 稲村 正義 3G 9141 電話番号 03-3581-1101 内線 3355													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/019019

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-77841	A	29.03.2007	(ファミリーなし)	
JP	2007-298047	A	15.11.2007	(ファミリーなし)	
JP	2003-254100	A	10.09.2003	(ファミリーなし)	
US	2006/0027208	A1	09.02.2006	(ファミリーなし)	