

(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
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152067 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02D 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001381
- (22) 国際出願日: 2016年3月11日(11.03.2016)
- (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 2015-065148 2015年3月26日(26.03.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 漆畑 晴行(URUSHIHATA, Haruyuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

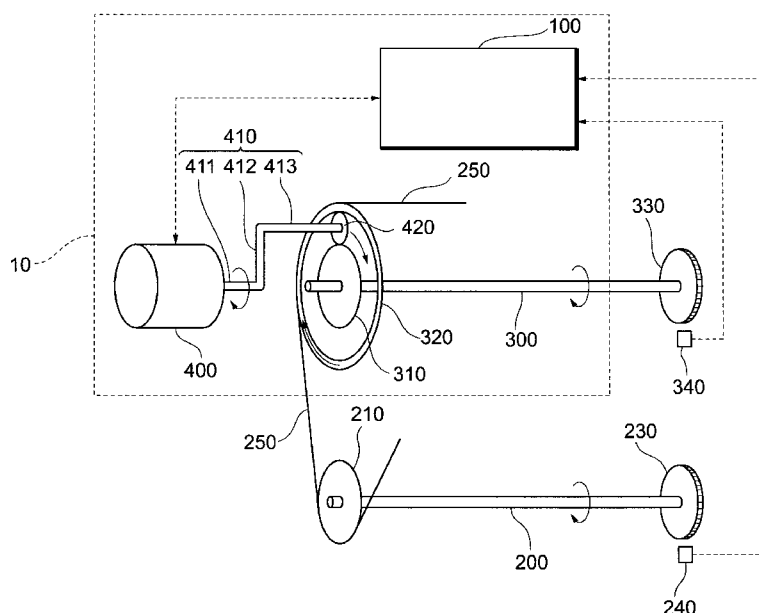
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: VARIABLE VALVE SYSTEM

(54) 発明の名称: 可変バルブシステム

[図1]



(57) Abstract: A variable valve system (10) equipped with a crank angle sensor (240) for measuring the angle of rotation of a crankshaft (200), a cam angle sensor (340) for measuring the angle of rotation of a camshaft (300) that opens/closes a valve and is linked to the crankshaft (200), and a control unit (100) for controlling an internal combustion engine. The cam angle sensor (340) is configured as an absolute angle sensor for measuring the absolute angle of rotation of the camshaft (300). The control unit (100) adjusts the measurement timing for the cam angle sensor (340).

(57) 要約: 可変バルブシステム (10) は、クランク軸 (200) の回転角度を測定するクランク角センサ (240) と、クランク軸 (200) に連動しバルブを開閉させるカム軸 (300)、の回転角度を測定するカム角センサ (340) と、内燃機関の制御を行う制御部 (100) と、を備える。カム角センサ (340) は、カム軸 (300) の絶対的な回転角度を測定する絶対角

センサとして構成されている。制御部 (100) は、カム角センサ (340) における測定タイミングの調整を行う。

WO 2016/152067 A1

明 細 書

発明の名称：可変バルブシステム

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、当該開示内容が参照によって本出願に組み込まれた、2015年3月26日に出願された日本特許出願2015-65148を基にしている。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関におけるバルブの開閉タイミングを変化させる可変バルブシステムに関する。

背景技術

[0003] 内燃機関は吸気バルブ及び排気バルブを備えている。それぞれのバルブの開閉は、内燃機関のクランク軸の回転に同期して適切なタイミングで行われる。具体的には、クランク軸が回転すると、これに連動してカム軸が回転し、当該カム軸に設けられた複数のカムがそれぞれのバルブを開閉させる構成となっている。

[0004] バルブの開閉タイミング、すなわち、バルブの開閉が行われる際におけるクランク角度が常に一定であったとしても、内燃機関を動作させることは可能である。しかしながら、バルブの最適な開閉タイミングは常に同じではなく、内燃機関の運転状況（回転数やトルクなど）によって変化することが知られている。

[0005] このため、運転状況に応じてバルブの開閉タイミングを変化させることのできるシステム、すなわち可変バルブシステムが開発されており、既に実用化されている。可変バルブシステムは、クランク軸の回転角度（クランク角度）と、カム軸の回転角度（カム角度）との関係、すなわち、クランク軸に対するカム軸の相対的な回転角度であるカム軸位相を変化させることにより、吸気バルブ及び排気バルブのうち少なくとも一方の開閉タイミングを変化させるものである（例えば下記特許文献1を参照）。

[0006] 可変バルブシステムでは、バルブの開閉タイミングを適切なものとするための制御を行うにあたり、上記のカム軸位相を目標値に一致させる必要がある。このため、クランク角度を測定するためのセンサと、カム角度を測定するためのセンサとをそれぞれ備えており、これらセンサの測定値に基づいて現時点におけるカム軸位相を算出している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第4 1 2 3 1 2 7号

発明の概要

[0008] 上記特許文献1に記載されている可変バルブシステムでは、クランク角度を測定するためのセンサとして、クランク軸の回転に伴って生じるパルス数をカウントし、これによりクランク角度を測定する方式のセンサが用いられている。また、カム角度を測定するためのセンサとして、カム軸の回転に伴って生じるパルス数をカウントし、これによりカム角度を測定する方式のセンサが用いられている。

[0009] このような方式のセンサは、カム軸等の絶対的な回転角度（カム角度等の絶対値）を直接測定するものではなく、特定の状態からのカム角度等の変化量を測定するものである。このため、パルス数をカウントし続けている限りにおいては、カム角度等の絶対値を測定することができる。

[0010] しかしながら、例えば制御部の起動直後等においては、カム軸等の絶対的な回転角度を確定し得る状態となるまでクランク軸やカム軸を回転させなければ、カム角度等の絶対値の測定を開始することができない。「カム軸等の絶対的な回転角度を確定し得る状態」とは、例えば、特定のクランク角度（例えば0°）に対応して予め形成された欠け歯（生じるパルスの間隔が他と異なる部分）が、クランク角センサにより検知された状態のことである。

[0011] このように、制御部の起動直後等においては、カム角度等の絶対値がしばらくの間不明な状態となるので、現時点におけるカム軸位相を算出することができず、バルブの開閉タイミングを適切に制御することができない恐れ

がある。このため、内燃機関の始動時制御（例えば、点火タイミングを調整する点火制御）が開始されるまでに、無駄な待ち時間が生じる恐れがある。

[0012] そこで、カム角度等を測定するためのセンサとして、（パルスのカウントではなく）カム角度等の絶対値を直接測定することのできる絶対角センサを用いることが考えられる。絶対角センサによれば、制御部の起動直後から、任意のタイミング及び周期でカム角度の絶対値を測定することができる。

[0013] ところで、絶対角センサが用いられる構成においては、カム角度等の測定周期が短くなり過ぎると、制御部の処理負荷が大きくなり過ぎる可能性がある。一方、カム角度等の測定周期が長くなり過ぎると、制御部が行う各種制御が適切に行われなくなる可能性がある。絶対角センサが用いられる構成における適切な測定周期については、これまでに何ら具体的な検討がなされていないかった。

[0014] 本開示の目的は、カム角度を測定するためのセンサとして絶対角センサを用いる構成としながら、測定周期を適切に設定することのできる可変バルブシステムを提供することにある。

[0015] 本開示に係る可変バルブシステムは、内燃機関におけるバルブの開閉タイミングを変化させる可変バルブシステムであって、内燃機関のクランク軸の回転角度を測定するクランク角測定部と、クランク軸に連動しバルブを開閉させるカム軸、の回転角度を測定するカム角測定部と、内燃機関の制御を行う制御部と、を備える。カム角測定部は、カム軸の絶対的な回転角度を測定する絶対角センサとして構成されている。制御部は、カム角測定部における測定タイミングの調整を行う。

[0016] このような構成の可変バルブシステムでは、カム軸の回転角度を測定するカム角測定部が、カム軸の絶対的な回転角度を測定する絶対角センサとして構成されている。このため、カム軸の絶対的な回転角度を、任意のタイミングで測定することが可能な構成となっている。

[0017] ただし、カム角測定部によりカム角度が測定されるタイミング（測定タイミング）は、制御部により調整される。このため、例えば、カム角位相の目

標値が変化した直後における過渡期（カム角位相が一定ではなく変化している期間）においてのみ、短い周期でカム角度の測定が行われるように測定タイミング変更し、これによりカム角位相の制御を精度よく行うようなことが可能となる。

[0018] 本開示によれば、カム角度を測定するためのセンサとして絶対角センサを用いる構成としながら、測定周期を適切に設定することのできる可変バルブシステムが提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本開示の第1実施形態に係る可変バルブシステムの構成を模式的に示す図である。

[図2]カム角度の算出間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。

[図3]カム角度の算出間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。

[図4]カム角度の算出間隔と、カム角位相の変化速度との関係を示すグラフである。

[図5]カム角度の算出間隔を変化させるタイミングについて説明するための図である。

[図6]カム角度の算出間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。

[図7]カム角度の算出間隔と、カム角位相の変化速度との関係を示すグラフである。

[図8]本開示の第2実施形態に係る可変バルブシステムにおける、クランク角度の算出間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照しながら本開示の実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

[0021] 第1実施形態に係る可変バルブシステム10は、不図示の内燃機関を備えた車両に搭載されており、当該内燃機関における吸気バルブの開閉タイミングを変化させるためのものである。尚、上記構成はあくまで一例であって、可変バルブシステム10は、排気バルブの開閉タイミングを変化させるものであってもよい。また、吸気バルブ及び排気バルブのそれぞれの開閉タイミングを個別に変化させるものであってもよい。

[0022] 図1を参照しながら、上記車両の構成について説明する。尚、図1においては、当該車両のうち、後述の可変バルブシステム10の構成及び動作を説明するために関する部分が図示されている。車両は、内燃機関の駆動力により回転するクランク軸200と、クランク軸200に連動して回転するカム軸300とを備えている。

[0023] クランク軸200には、プーリー210と、被検出体230とが設けられている。プーリー210は略円板状の回転体であって、その主面の中心をクランク軸200が垂直に貫いている。プーリー210はクランク軸200に対して固定されており、クランク軸200が回転すると、それに伴ってプーリー210も回転する。

[0024] プーリー210の外周面にはタイミングチェーン250が掛けられている。プーリー210の回転、すなわちクランク軸200の回転は、タイミングチェーン250を介して可変バルブシステム10（後述のアウトギヤ320）に伝達され、可変バルブシステム10を介してカム軸300に伝達される。

[0025] 被検出体230は略円板状の回転体であって、その主面の中心をクランク軸200が垂直に貫いている。被検出体230はクランク軸200に対して固定されており、クランク軸200が回転すると、それに伴って被検出体230も回転する。

[0026] 被検出体230は、クランク軸200の回転角度（以下、「クランク角度」とも表記する）を、可変バルブシステム10の一部であるクランク角センサ240が検知するためのものである。被検出体230の外周には複数の突

起が等間隔で並ぶよう形成されている。ただし、突起の間隔は全てが同じなのではなく、一箇所だけ他とは異なっている。

[0027] クランク角センサ240は、被検出体230の外周面に対向するように設けられている。クランク軸200及び被検出体230が回転すると、被検出体230は、その近傍を被検出体230の突起が通過する毎に電圧のパルスが発生させる。当該パルス、すなわちクランク角度の測定値を示す信号は、制御部100に入力される。制御部100は、当該パルスをカウントすることによりクランク角度を計測する。すなわち、クランク角センサ240は、クランク角測定部に相当する。

[0028] 被検出体230に形成された突起の間隔が他と異なっている部分（以下、「欠け歯箇所」とも称する）がクランク角センサ240を通過したとき、すなわち、一定であったパルスの間隔が変化したことが検知されたときに、制御部100は、クランク角度が特定の値（例えば0°）になったと認識する。このように、被検出体230の外周に形成された欠け歯箇所は、制御部100がクランク角度の絶対値を認識する（確定させる）ためのものとして機能する。

[0029] カム軸300は、吸気バルブを開閉させるためのカム（不図示）が取り付けられたシャフトである。カム軸300は、クランク軸200の回転に連動して回転し、これに伴うカムの動きによって吸気バルブを開閉させる。

[0030] カム軸300には、可変バルブシステム10の一部であるインナーギヤ310と、被検出体330とが設けられている。インナーギヤ310は略円板状の回転体であって、その主面の中心をカム軸300が垂直に貫いている。インナーギヤ310はカム軸300に対して固定されており、インナーギヤ310が回転すると、それに伴ってカム軸300も回転する。後に詳しく説明するように、可変バルブシステム10は、クランク軸200の回転を、インナーギヤ310を介してカム軸300に伝達し、これによりカム軸300を回転させるものである。

[0031] 被検出体330は略円板状（ただし真円ではない）の回転体であって、そ

の主面の中心をカム軸３００が垂直に貫いている。被検出体３３０はカム軸３００に対して固定されており、カム軸３００が回転すると、それに伴って被検出体３３０も回転する。

[0032] 被検出体３３０は、カム軸３００の回転角度（以下、「カム角度」とも表記する）を、可変バルブシステム１０の一部であるカム角センサ３４０が検知するためのものである。

[0033] カム角センサ３４０は、被検出体３３０の外周面に対向するように設けられている。被検出体３３０の主面は真円とはなっていない。このため、カム軸３００及び被検出体３３０が回転すると、カム角センサ３４０と被検出体３３０の外周面との間の隙間は、回転に伴って次第に変化する。

[0034] 被検出体３３０の形状は、カム軸３００の回転角度の値（ 0° ～ 360° ）と上記隙間の大きさとの関係が１対１となるように設定されている。また、カム角センサ３４０は、所謂ギャップセンサとして構成されており、上記隙間の大きさに応じた電圧信号を出力する。つまり、カム角センサ３４０は、カム角度の絶対値を測定することのできるセンサ（絶対角センサ）となり、カム角測定部に相当する。上記電圧信号、すなわちカム角度の測定値（絶対値）を示す信号は、制御部１００に入力される。

[0035] 以上のように、内燃機関のクランク軸２００が回転すると、当該回転がタイミングチェーン２５０及び可変バルブシステム１０を介してカム軸３００に伝達され、これによりカム軸３００が回転する。このような構成の車両においては、吸気バルブの開閉タイミング、すなわち、吸気バルブの開閉が行われる際におけるクランク角度は、クランク軸２００に対するカム軸３００の相対的な回転角度（以下、「カム軸位相」と表記する）により定まることとなる。可変バルブシステム１０は、カム軸位相を変化させることにより、吸気バルブの開閉タイミングを変化させるものである。

[0036] 図１に模式的に示されるように、可変バルブシステム１０は、インナーギヤ３１０と、アウターギヤ３２０と、遊星ギヤ４２０と、モーター４００と、支持軸４１０と、制御部１００と、を備えている。

- [0037] インナーギヤ３１０は、既に述べたようにカム軸３００に固定されており、カム軸３００と一体となって回転するものである。インナーギヤ３１０の外周面には、後述の遊星ギヤ４２０と噛み合う外歯（不図示）が形成されている。
- [0038] アウターギヤ３２０は、クランク軸２００と同期して回転するスプロケット（不図示）の一部をなすリング状の部材である。アウターギヤ３２０は、その中心軸をカム軸３００の中心軸と一致させた状態で配置されている。アウターギヤ３２０（スプロケット）の外周面にはタイミングチェーン２５０が掛けられている。このため、クランク軸２００及びプーリー２１０が回転すると、当該回転がタイミングチェーン２５０を介してアウターギヤ３２０に伝達され、これによりアウターギヤ３２０が回転する。アウターギヤ３２０の内周面には、遊星ギヤ４２０と噛み合う内歯（不図示）が形成されている。
- [0039] 遊星ギヤ４２０は、インナーギヤ３１０の外歯、及びアウターギヤ３２０の内歯の両方に噛み合った状態で配置された円形の歯車である。遊星ギヤ４２０は、後述のモーター４００及び支持軸４１０により、インナーギヤ３１０の外周面に沿って円軌道を描くように旋回することが可能となっている。
- [0040] モーター４００は、電力の供給を受けて動作する回転電機である。モーター４００は、インナーギヤ３１０の外周面に沿って遊星ギヤ４２０を旋回させるためのものである。モーター４００の回転速度は、制御部１００により制御される。また、モーター４００は、その回転軸（出力軸）の回転角度が所定量（例えば１０°）変化する毎に、パルス状の電圧信号を制御部１００に向けて出力する。このような電圧信号は、モーター４００に内蔵されたホールセンサ（不図示）により生じる。
- [0041] 支持軸４１０は、モーター４００と遊星ギヤ４２０と接続するものである。支持軸４１０は、回転部４１１と、連結部４１２と、支持部４１３とを有している。
- [0042] 回転部４１１は、モーター４００の回転軸と一体となっている部分であっ

て、その中心軸をカム軸３００の中心軸と一致させた状態で配置されている。連結部４１２は、回転部４１１の端部（モーター４００とは反対側の端部）から、回転部４１１の中心軸に対して垂直に伸びるように形成された部分である。支持部４１３は、連結部４１２の端部（回転部４１１とは反対側の端部）から、回転部４１１の中心軸に対して平行に伸びるように形成された部分である。支持部４１３の端部（連結部４１２とは反対側の端部）は、遊星ギヤ４２０に接続されている。遊星ギヤ４２０は、支持部４１３の中心軸周りに回転自在な状態で、支持部４１３の端部に取り付けられている。

[0043] 既に述べたように、モーター４００の回転速度は制御部１００により制御される。モーター４００の回転速度、すなわち、遊星ギヤ４２０の旋回速度がアウターギヤ３２０（スプロケット）の回転速度と同じである場合には、インナーギヤ３１０及びカム軸３００の回転速度はアウターギヤ３２０の回転速度と同じである。このような状態においては、カム軸位相の値は一定であるから、吸気バルブの開閉タイミングも常に一定となる。

[0044] 一方、モーター４００の回転速度が変化し、遊星ギヤ４２０の旋回速度がアウターギヤ３２０の回転速度と異なっているときには、カム軸位相が変化する。その結果、吸気バルブの開閉タイミングが変化する。

[0045] その後、モーター４００の回転速度が再びアウターギヤ３２０の回転速度と同じになると、カム軸位相は再び一定の値（ただし、モーター４００の回転速度が変化する前とは異なる値である）となり、吸気バルブの開閉タイミングも再び一定となる。このように、モーター４００の回転速度を、アウターギヤ３２０の回転速度とは一時的に異ならせることでカム軸位相を変化させ、これにより吸気バルブの開閉タイミングを変化させることが可能となっている。

[0046] 制御部１００は、可変バルブシステム１０の全体の動作、及び内燃機関の動作を制御するものである。制御部１００は、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭ、インターフェース等を備えたコンピュータシステムとして構成されている。

[0047] 制御部１００は、モーター４００の回転速度を制御し、これによりカム軸

位相を目標値に一致させる。具体的には、クランク角センサ240から入力されるパルスに基づいてクランク角度を算出し、カム角センサ340から入力される電圧信号に基づいてカム角度を算出する。その後、クランク角度とカム角度との差分に基づいて、現時点におけるカム軸位相を算出する。算出されたカム軸位相をフィードバックしながら、当該カム軸位相が目標値に一致するよう、モーター400の回転速度を制御する。

[0048] また、制御部100は、上記のようにカム角位相を目標値に一致させる制御（カム軸位相制御）を行うほか、内燃機関の制御をも行う。具体的には、内燃機関における燃料噴射（燃料噴射タイミングや燃料噴射量）を調整する噴射制御を行う。また、内燃機関における点火（点火タイミングや点火エネルギー）を調整する点火制御も行う。

[0049] 上記の各種制御を行うに当たり、制御部100は、クランク角センサ240からパルスが入力される毎に、当該パルスのカウント値に基づいてクランク角度の算出を行う。被検出体230の外周面に例えば36個の突起が形成されているとすると、制御部100は、クランク角が 10° （ $360^{\circ} / 36$ 個）変化する毎のタイミングでクランク角度の算出を行うことになる。

[0050] ところで、既に述べたようにカム角センサ340は絶対角センサとして構成されている。このため、制御部100は、任意のタイミング及び周期でカム角度を算出（測定）することができる。ただし、カム角度の算出周期が短くなり過ぎると、制御部100の処理負荷が大きくなり過ぎる可能性がある。

[0051] 本実施形態では、カム角度の測定タイミング（算出されるタイミング）が制御部100により調整される。このような調整より、上記のように制御部100の処理負荷が大きくなり過ぎることを防止している。

[0052] カム角度の測定タイミングの一例を、図2を参照しながら説明する。図2は、カム角度が算出される間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。当該グラフの縦軸は、カム角度が算出される毎におけるクランク角度の変化量（以下、「算出角度間隔」という）の値である。算出角度間隔の

値が小さい程、図2のグラフでは上方側となる位置にプロットされる。グラフの横軸は、内燃機関の回転数、すなわち、クランク軸200の回転数である。

[0053] 図2に示される例では、内燃機関の回転数の変化に拘らず、算出角度間隔の値は常に一定の値1A1（例えば120°）となっている。つまり、クランク角度が1A1（第1角度）だけ変化する毎のタイミングで、カム角度の算出が行われる。このように、算出角度間隔の値を常に一定とすれば、制御の複雑化を防止しながら、カム角度の算出を常に安定的に行うことができる。

[0054] 算出角度間隔の値を、現時点の内燃機関の回転数に応じて変化させてもよい。図3に示される例では、内燃機関の回転数が大きくなるほど、算出角度間隔の値が大きくなるように調整が行われる。

[0055] このような調整が行われた場合には、内燃機関の回転数が大きくなっても、クランク角度の算出が行われる時間間隔（周期）は概ね一定となる。このため、制御部100の処理負荷が大きくなり過ぎることが無いので、カム角度の算出を更に安定的に行うことができる。

[0056] カム角度の測定タイミングの他の例を、図4を参照しながら説明する。図4は、算出角度間隔と、カム角位相の変化速度との関係を示すグラフである。当該グラフの縦軸は、図2（及び図3）のグラフの縦軸と同じである。グラフの横軸は、吸気バルブの開閉タイミングが変更される際における、カム角位相の変化速度である。

[0057] 図4に示されるように、カム角位相の変化速度が0のとき、つまり、カム角位相が一定の値に保持されているときには、算出角度間隔は最も大きな値1A0となっている。また、カム角位相が変更されるとき（過渡期）においては、カム角位相の変化速度が大きくなると、それに伴って算出角度間隔は次第に小さくなるように調整される。

[0058] このような態様においては、カム角の変化をより精度よく算出する必要のある期間（過渡期）においてのみ、カム角の算出頻度が高められることとな

る。このため、制御部 100 の処理負荷を可能な限り低減しながらも、必要な精度でカム角度を算出することができる。

[0059] カム角度の測定タイミングの他の例を、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、吸気バルブのリフト量と、クランク角度との関係を示すグラフである。図 5 の線 G 2 は、カム角位相が変更されている期間（過渡期）の途中における吸気バルブの開閉タイミングを示すものであって、クランク角度が角度 CL 20 のときに吸気バルブが開状態となり、クランク角度が角度 CL 40 のときに吸気バルブが閉状態となることを示している。

[0060] 図 5 の線 G 1 は、カム角位相の変更が開始される直前における（当初の）吸気バルブの開閉タイミングを示すものであって、クランク角度が角度 CL 10 のときに吸気バルブが開状態となり、クランク角度が角度 CL 30 のときに吸気バルブが閉状態となっていたことを示している。

[0061] ところで、噴射制御においては、内燃機関の気筒内に引き込まれた空気量に基づいて、燃料の噴射タイミングや燃料の噴射量がそれぞれ決定される。このため、吸気バルブが開かれるカム角度となったタイミング（角度 CL 20）と、吸気バルブが閉じられるカム角度となったタイミング（角度 CL 40）とを、正確に算出する必要がある。

[0062] 従って、吸気バルブが閉じられる時点の前後（図 5 の期間 VT 1）、及び、吸気バルブが開かれる時点の前後（図 5 の期間 VT 2）においては、カム角度が高い頻度で算出されることが望ましい。

[0063] そこで、角度 CL 20 を包含する期間 VT 1（クランク角度が角度 CL 19 から角度 CL 21 までの期間）、及び、角度 CL 40 を包含する期間 VT 2（クランク角度が角度 CL 39 から角度 CL 41 までの期間）におけるカム角度の算出角度間隔を、他の期間におけるカム角度の算出角度間隔よりも一時的に小さくしてもよい。又は噴射制御量を決める際にカム角度を算出して（追加の測定を行って）角度 CL 20、角度 CL 40 のタイミングを推定してもよい。その後、正確に算出された吸気バルブの開閉タイミングに基づいて燃料の噴射量及び噴射タイミングをそれぞれ確定させることとすればよ

い。

[0064] 尚、以上のような制御と同様の制御は、点火制御の直前に行われてもよい。例えば、図5の線G2で示される吸気バルブの動作の後で点火が行われる場合には、上記と同様に、角度CL20を包含する期間VT1（クランク角度が角度CL19から角度CL21までの期間）、及び、角度CL40を包含する期間VT2（クランク角度が角度CL39から角度CL41までの期間）におけるカム角度の算出角度間隔を、他の期間におけるカム角度の算出角度間隔よりも一時的に小さくしてもよい。又は点火制御を決める際にカム角度を算出して（追加の測定を行って）角度CL20、角度CL40のタイミングを推定してもよい。その後、正確に算出された吸気バルブの開閉タイミングに基づいて点火タイミング及び点火エネルギーをそれぞれ確定させることとすればよい。

[0065] 以上においては、クランク角度が算出角度間隔だけ変化する毎にカム角度の算出が行われることとした上で、算出角度間隔が一定である例（図2）や、算出角度間隔が変化する例（図3等）について説明した。

[0066] このような態様に替えて、所定の期間が経過する毎に、カム角度の算出が行われることとしてもよい。このような態様の一例を、図6を参照しながら説明する。図6は、カム角度が算出される間隔と、内燃機関の回転数との関係を示すグラフである。当該グラフの縦軸は、カム角度が算出される毎における経過時間（以下、「算出時間間隔」という）である。算出時間間隔（第1期間）が短い程、図6のグラフでは上方側となる位置にプロットされる。グラフの横軸は、内燃機関の回転数、すなわち、クランク軸200の回転数である。

[0067] 図6に示される例では、内燃機関の回転数の変化に拘らず、算出時間間隔の長さは常に一定の時間IT1（例えば20msec）となっている。つまり、時間IT1が経過する毎のタイミングで、カム角度の算出が行われる。このように、算出時間間隔の長さを常に一定とすれば、制御部100の処理負荷が大きくなり過ぎることを確実に防止しながら、カム角度の算出を常に

安定的に行うことができる。

[0068] 算出時間間隔が経過する毎にカム角度の算出が行われる態様の他の例を、図7を参照しながら説明する。図7は、算出時間間隔と、カム角位相の変化速度との関係を示すグラフである。当該グラフの縦軸は、図6のグラフの縦軸と同じである。グラフの横軸は、吸気バルブの開閉タイミングが変更される際における、カム角位相の変化速度である。すなわち、図4のグラフの横軸と同じである。

[0069] 図7に示されるように、カム角位相の変化速度が0のとき、つまり、カム角位相が一定の値に保持されているときには、算出時間間隔は最も長い時間 T_0 となっている。また、カム角位相が変更されるとき（過渡期）においては、カム角位相の変化速度が大きくなると、それに伴って算出時間間隔は次第に短くなるように調整される。

[0070] このような態様においては、カム角の変化をより精度よく算出する必要のある期間（過渡期）においてのみ、カム角の算出頻度が高められることとなる。このため、制御部100の処理負荷を可能な限り低減しながらも、必要な精度でカム角度を算出することができる。

[0071] 算出時間間隔は、上記のようにカム角位相が変化している期間において短くなるよう調整されてもよいのであるが、図5に示される期間 V_{T1} 及び期間 V_{T2} において短くなるように調整されてもよい。つまり、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点、又は、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点において、バルブの開閉タイミングにおけるカム角度を正確に算出するための期間のみ、算出時間間隔を一時的に短くすることとしてもよい。

[0072] 本開示の第2実施形態に係る可変バルブシステム（図示省略）について説明する。第2実施形態は、図1に示される可変バルブシステム10のクランク角センサ240を、カム角センサ340と同様の絶対角センサに置き換えたものである。具体的には、クランク軸200の被検出体230を被検出体330と同様の構成のものに置き換えて、クランク角センサ240をカム角

センサ 340 と同様のギャップセンサに置き換えたものである。第 2 実施形態における制御部 100 は、クランク角センサ 240 から入力される電圧信号の値に基づいて、クランク角度の絶対値を算出する。

[0073] つまり、クランク角センサ 240 及びカム角センサ 340 の両方が絶対角センサとして構成されている。制御部 100 は、任意のタイミング及び周期でクランク角度を算出（測定）することができ、任意のタイミング及び周期でカム角度を算出（測定）することができる。

[0074] このような態様の本実施形態では、カム角度の測定タイミング（算出されるタイミング）が制御部 100 により調整されることに加えて、クランク角度の測定タイミング（算出されるタイミング）も制御部 100 により調整される。

[0075] クランク角度の測定タイミングの具体的な調整方法は、これまでに説明したカム角度についての調整方法と同様である。例えば、図 6 を参照しながら説明した例と同様に、クランク角度が算出される毎における経過時間（第 2 期間、以下では、カム角度の算出の場合と同様に「算出時間間隔」と表記する）が、内燃機関の回転数の変化に拘らず常に一定となるように設定されてもよい。

[0076] また、図 8 に示されるように、内燃機関の回転数が大きくなるほど、算出時間間隔が短くなるように調整が行われてもよい。この場合、内燃機関の回転数が大きくなっても、算出される毎のクランク角度の変化量が大きくなり過ぎてしまうことが無い。このため、クランク角度に基づく噴射制御や点火制御を常に安定して行うことができる。

[0077] 尚、算出時間間隔が経過する間におけるクランク角度の変化量が所定の閾値（例えば 10° ）以下となるように、算出時間間隔と内燃機関の回転数との関係（図 8）が予め設定されていることが望ましい。

[0078] 図 7 を参照しながら説明した例と同様に、カム角位相が一定の値に保持されているときに比べて、カム角位相が変更されるとき（過渡期）においては、カム角位相の変化速度が大きくなると、それに伴ってクランク角度の算出

時間間隔が次第に短くなるように調整されてもよい。

[0079] 更に、図5を参照しながら説明した例と同様に、クランク角度の算出時間間隔が、図5に示される期間V T 1及び期間V T 2において短くなるように調整されてもよい。つまり、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点、又は、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点において、バルブの開閉タイミングにおけるカム角度及びクランク角度を正確に算出するための期間のみ、クランク角度の算出時間間隔を一時的に短くすることとしてもよい。

[0080] この場合においても、算出時間間隔が経過する間におけるクランク角度の変化量が、所定の閾値（例えば 10° ）以下となるように調整されることが望ましい。

[0081] 以上においては、モーター400の駆動力によってカム角位相を変化させる構成について説明したが、本開示の実施態様はこのような構成に限定されない。例えば、モーター400のような回転電機ではなく、油圧機構の動作によってカム角位相を変化させる構成としてもよい。

[0082] また、絶対角センサもギャップを検出する方式に限らず、他の手段で回転角度を検出する方式としてもよい。

[0083] 以上、具体例を参照しつつ本開示の実施の形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本開示の特徴を含む限り本開示の範囲に包含される。

請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関におけるバルブの開閉タイミングを変化させる可変バルブシステムであって、
- 前記内燃機関のクランク軸（200）の回転角度を測定するクランク角測定部（240）と、
- 前記クランク軸に連動し前記バルブを開閉させるカム軸（300）、の回転角度を測定するカム角測定部（340）と、
- 前記内燃機関の制御を行う制御部（100）と、を備え、
- 前記カム角測定部は、前記カム軸の絶対的な回転角度を測定する絶対角センサとして構成されており、
- 前記制御部は、前記カム角測定部における測定タイミングの調整を行う可変バルブシステム。
- [請求項2] 前記制御部は、前記クランク角測定部で測定された前記クランク軸の回転角度が所定の第1角度だけ変化する毎に、前記カム角測定部により前記カム軸の回転角度を測定する、請求項1に記載の可変バルブシステム。
- [請求項3] 前記内燃機関の回転数が大きくなるほど、前記第1角度が大きな値として設定される、請求項2に記載の可変バルブシステム。
- [請求項4] 前記制御部は、前記クランク軸に対する前記カム軸の相対的な回転角度であるカム軸位相を、目標値に一致させるカム軸位相制御を行うように構成されている、請求項2又は3に記載の可変バルブシステム。
- [請求項5] 前記カム軸位相が一定であるときの前記第1角度よりも、前記カム軸位相が変化しているときの前記第1角度の方が小さな値として設定される、請求項4に記載の可変バルブシステム。
- [請求項6] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、
- 前記噴射制御が行われる場合には、燃料の噴射量及び噴射タイミン

グを確定させるよりも前の時点で、前記第1角度が小さくなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項4又は5に記載の可変バルブシステム。

[請求項7] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、

前記カム軸位相が変化しているときに前記噴射制御が行われる場合には、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点で、前記第1角度が小さくなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項4又は5に記載の可変バルブシステム。

[請求項8] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第1角度が小さくなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項4乃至7のいずれか1項に記載の可変バルブシステム。

[請求項9] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

前記カム軸位相が変化しているときに前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第1角度が小さくなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項4乃至7のいずれか1項に記載の可変バルブシステム。

[請求項10] 前記制御部は、所定の第1期間が経過する毎に、前記カム角測定部により前記カム軸の回転角度を測定する、請求項1に記載の可変バルブシステム。

[請求項11] 前記制御部は、前記クランク軸に対する前記カム軸の相対的な回転角度であるカム軸位相を、目標値に一致させるカム軸位相制御を行う

ように構成されている、請求項 10 に記載の可変バルブシステム。

[請求項12] 前記カム軸位相が一定であるときの前記第 1 期間よりも、前記カム軸位相が変化しているときの前記第 1 期間の方が短い期間として設定される、請求項 11 に記載の可変バルブシステム。

[請求項13] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、

前記噴射制御が行われる場合には、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点で、前記第 1 期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項 11 又は 12 に記載の可変バルブシステム。

[請求項14] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、

前記カム軸位相が変化しているときに前記噴射制御が行われる場合には、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点で、前記第 1 期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項 11 又は 12 に記載の可変バルブシステム。

[請求項15] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第 1 期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の可変バルブシステム。

[請求項16] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

前記カム軸位相が変化しているときに前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第 1 期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の

回転角度の測定を追加実施する、請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の可変バルブシステム。

[請求項17] 前記クランク角測定部は、前記クランク軸の絶対的な回転角度を測定する絶対角センサとして構成されており、

前記制御部は、前記カム角測定部による測定タイミングの調整に加えて、前記クランク角測定部による測定タイミングの調整を行う、請求項 1 に記載の可変バルブシステム。

[請求項18] 前記制御部は、所定の第 2 期間が経過する毎に、前記クランク角測定部により前記クランク軸の回転角度を測定する、請求項 1 7 に記載の可変バルブシステム。

[請求項19] 前記内燃機関の回転数が大きくなるほど、前記第 2 期間が短い期間として設定される、請求項 1 8 に記載の可変バルブシステム。

[請求項20] 前記制御部は、前記クランク軸に対する前記カム軸の相対的な回転角度であるカム軸位相を、目標値に一致させるカム軸位相制御を行うように構成されている、請求項 1 8 又は 1 9 に記載の可変バルブシステム。

[請求項21] 前記カム軸位相が一定であるときの前記第 2 期間よりも、前記カム軸位相が変化しているときの前記第 2 期間の方が短い期間として設定される、請求項 2 0 に記載の可変バルブシステム。

[請求項22] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、

前記噴射制御が行われる場合には、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点で、前記第 2 期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項 2 0 又は 2 1 に記載の可変バルブシステム。

[請求項23] 前記制御部は、前記内燃機関における燃料噴射を調整する噴射制御を行うように構成されており、

前記カム軸位相が変化しているときに前記噴射制御が行われる場合

には、燃料の噴射量及び噴射タイミングを確定させるよりも前の時点で、前記第２期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項２０又は２１に記載の可変バルブシステム。

[請求項24] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

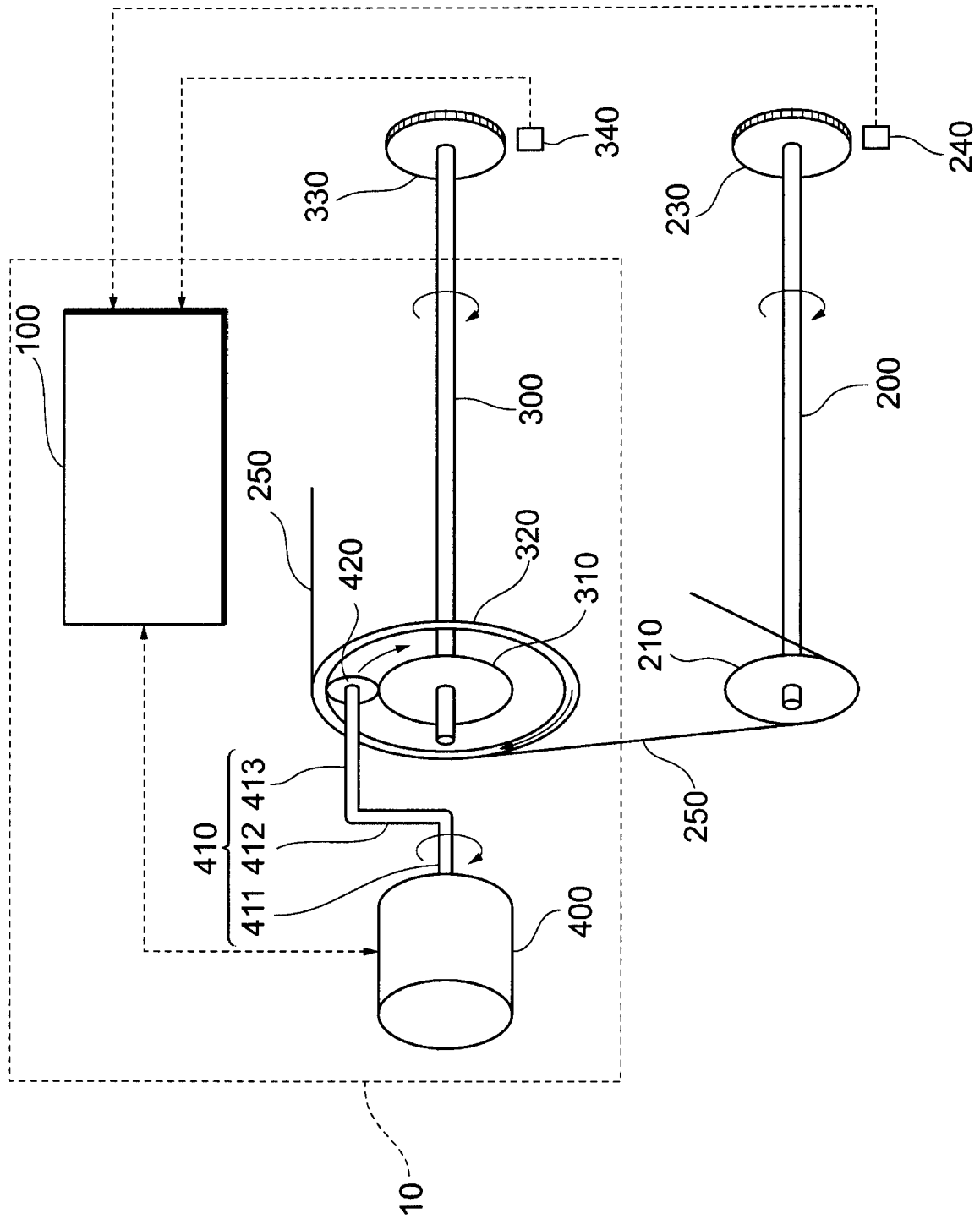
前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第２期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項２０乃至２３のいずれか１項に記載の可変バルブシステム。

[請求項25] 前記制御部は、前記内燃機関における点火を調整する点火制御を行うように構成されており、

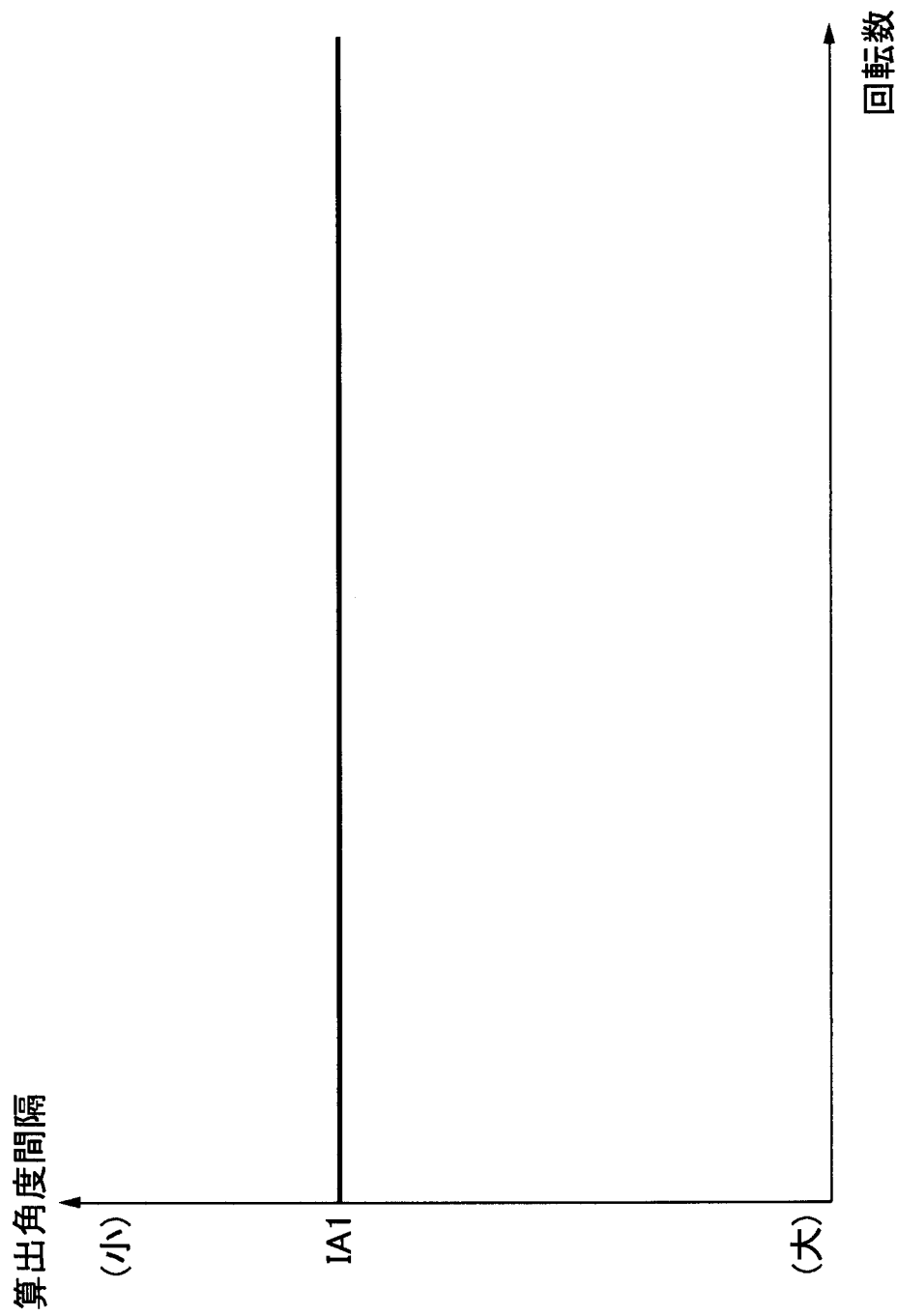
前記カム軸位相が変化しているときに前記点火制御が行われる場合には、点火タイミング及び点火エネルギーを確定させるよりも前の時点で、前記第２期間が短くなるように変更される、又は前記カム軸の回転角度の測定を追加実施する、請求項２０乃至２３のいずれか１項に記載の可変バルブシステム。

[請求項26] 前記第２期間が経過する間における前記クランク軸の回転角度の変化量が、所定の閾値以下となるように、前記第２期間が設定される、請求項１８乃至２５のいずれか１項に記載の可変バルブシステム。

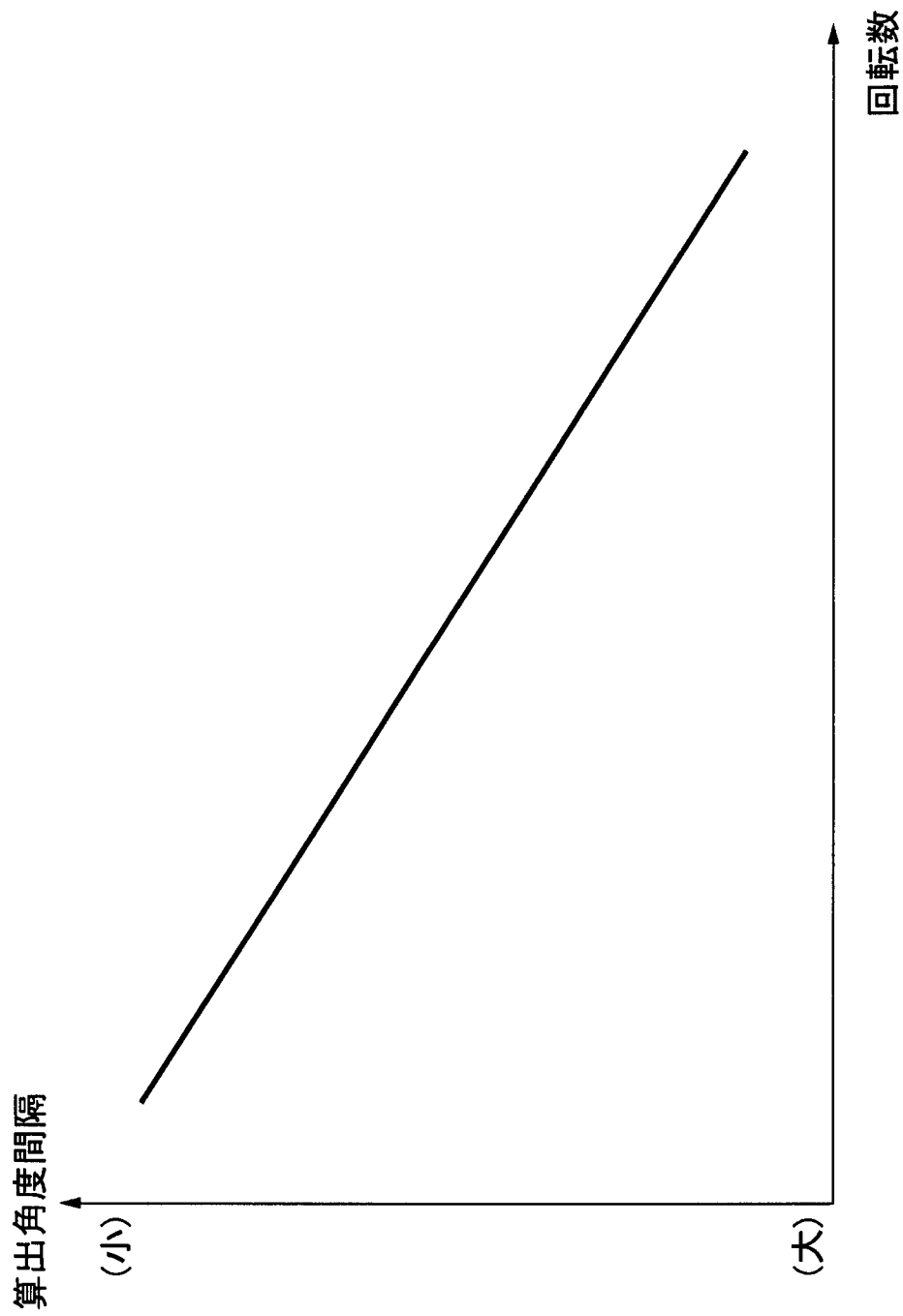
[図1]



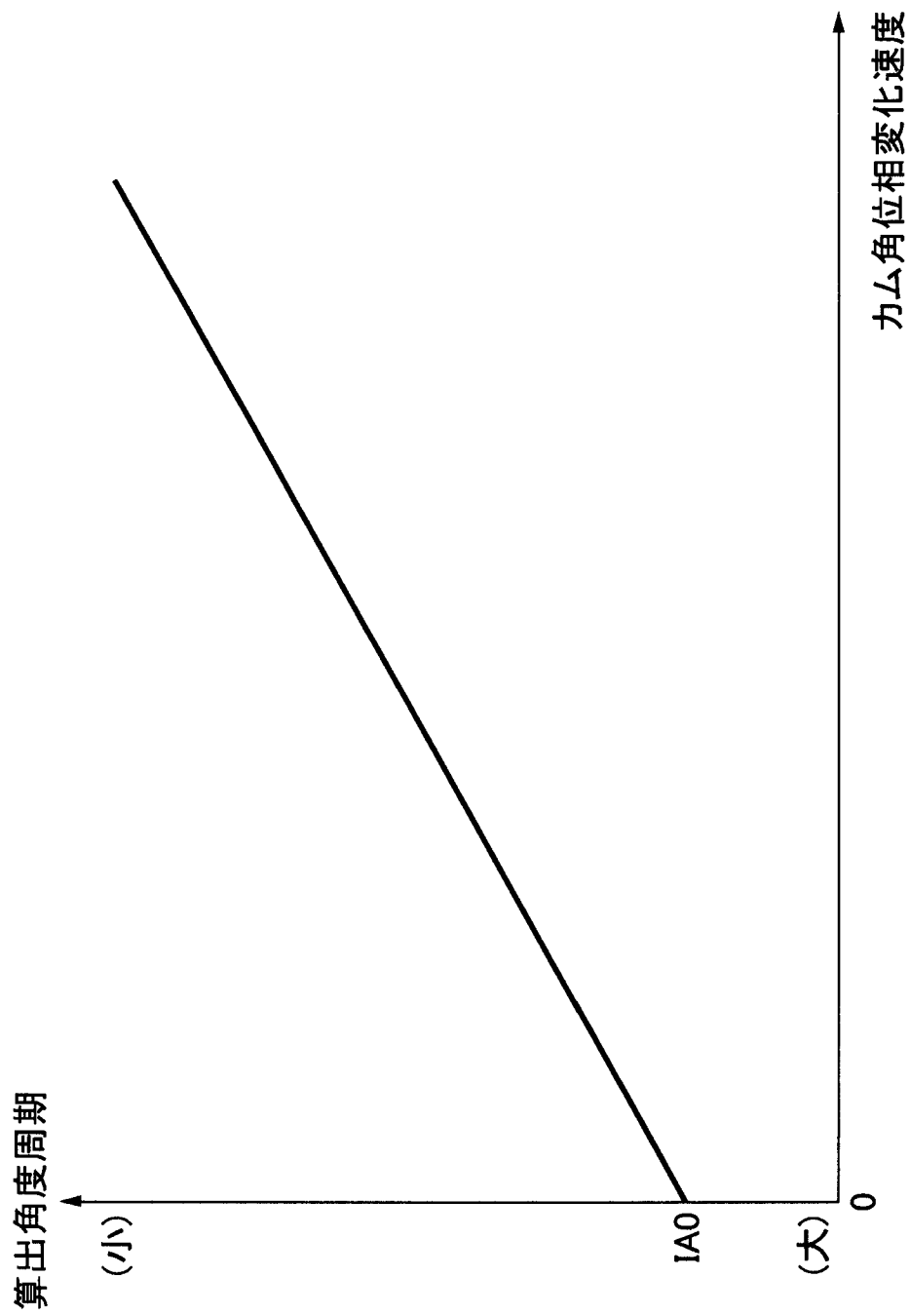
[図2]



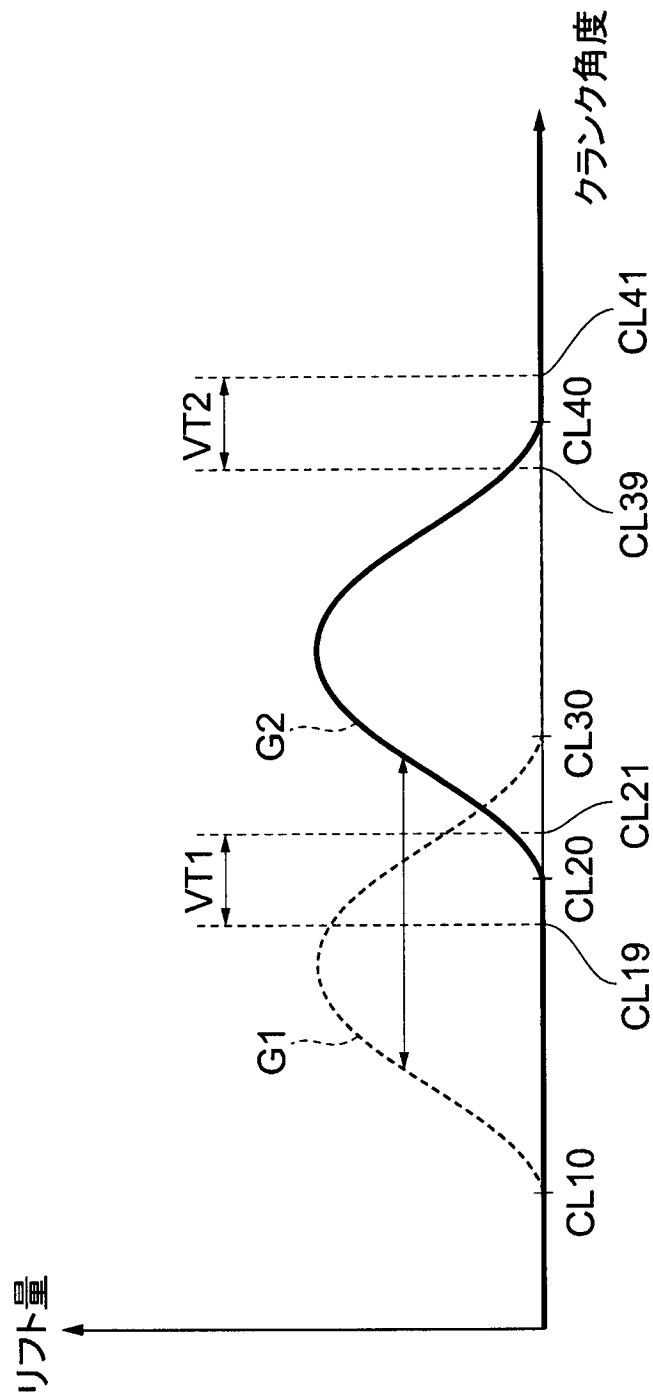
[図3]



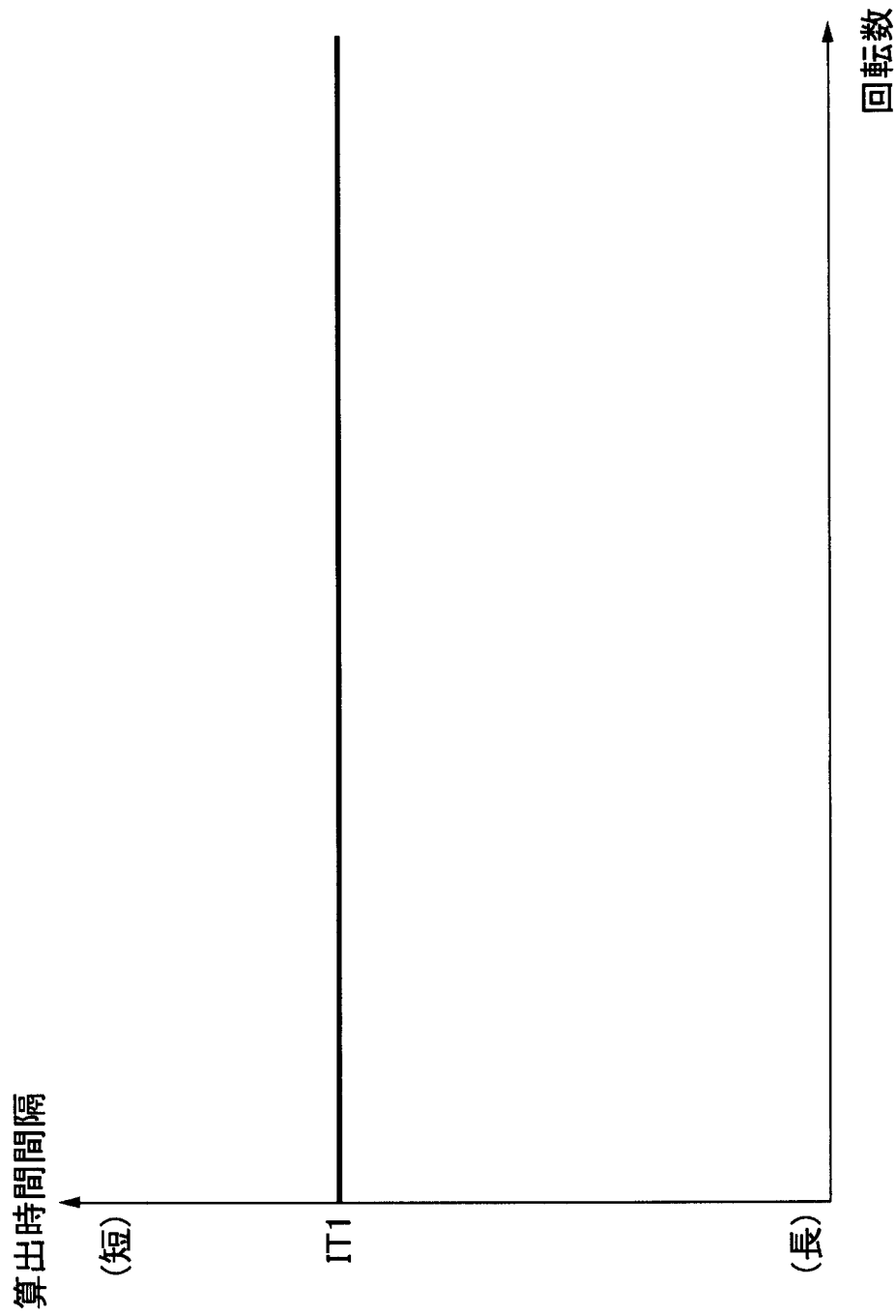
[図4]



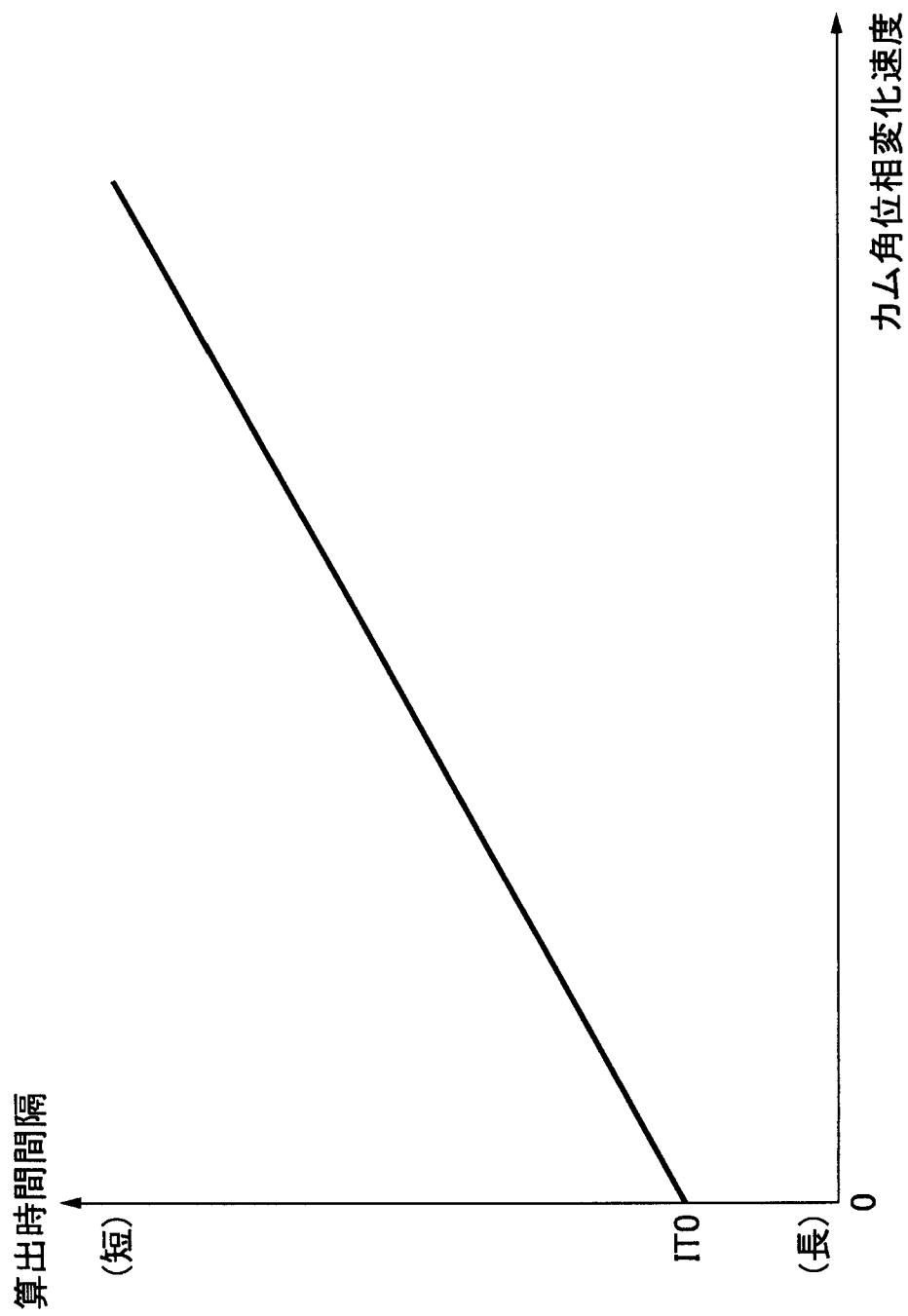
[図5]



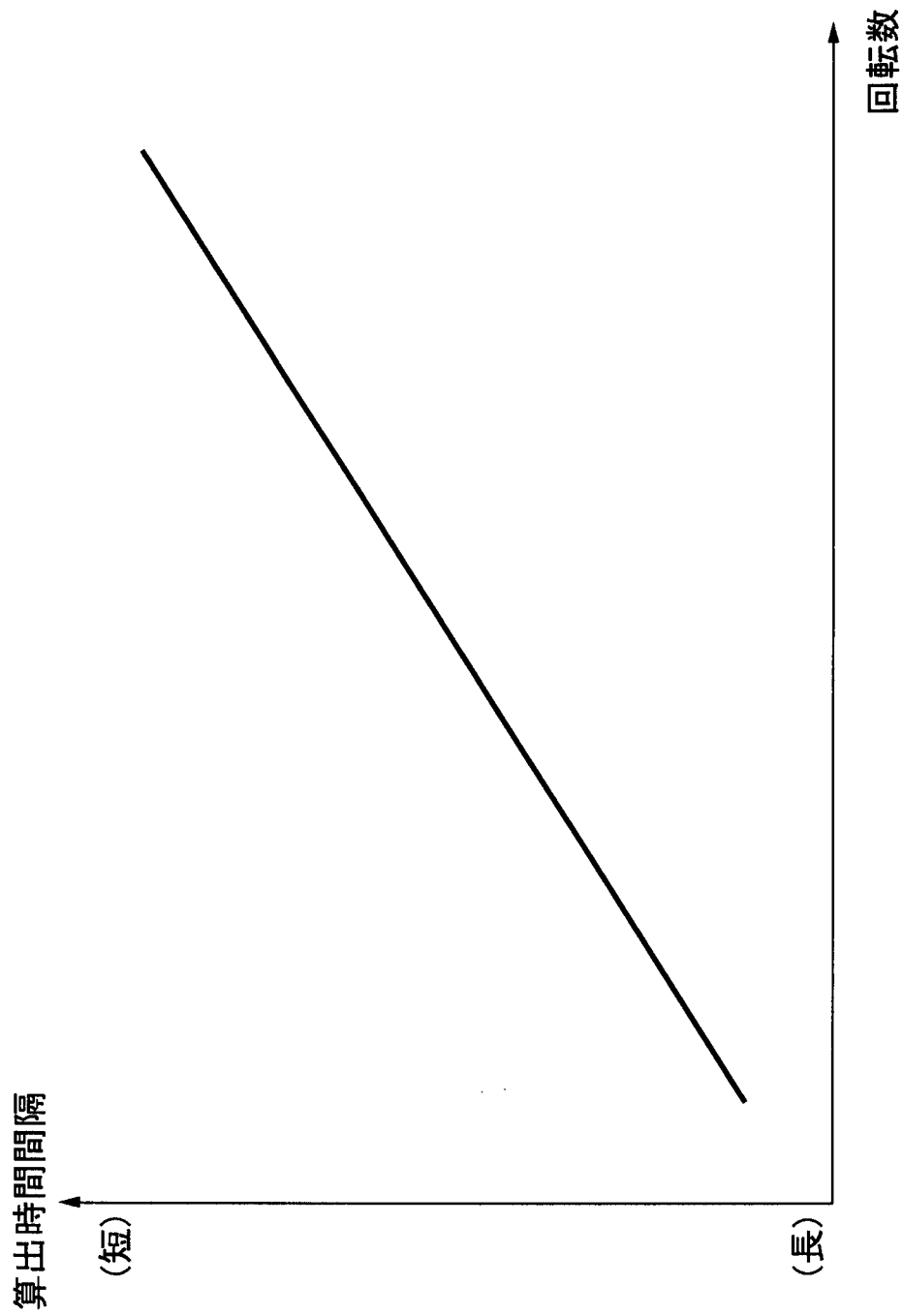
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01)i, F02D13/02(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)

F02D45/00, F02D13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2006-514222 A (Siemens AG.), 27 April 2006 (27.04.2006), paragraphs [0022] to [0023] & US 2006/0144363 A1 paragraphs [0032] to [0033] & WO 2004/070184 A1 & EP 1590563 A1 & DE 10304449 A1	1-2, 4, 10-11 17-18, 20 3, 5-9, 12-16, 19, 21-26
Y	JP 2009-533592 A (Schaeffler KG.), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraph [0100] & US 2009/0276145 A1 paragraph [0101] & WO 2007/118758 A1 & EP 2010759 A1 & DE 102006017232 A1 & CN 101421493 A	17-18, 20

☐ 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
13 May 2016 (13.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

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, F02D13/02(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, F02D13/02

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2006-514222 A（シーメンス アクチエンゲゼルシャフト） 2006.04.27, 段落 0022-0023 & US 2006/0144363 A1, 段落 0032-0033 & WO 2004/070184 A1 & EP 1590563 A1 & DE 10304449 A1	1-2, 4, 10-11 17-18, 20 3, 5-9, 12-16, 19, 21-26
Y	JP 2009-533592 A（シエツフレル コマンディートゲゼルシャフト） 2009.09.17, 段落 0100 & US 2009/0276145 A1, 段落 0101 & WO 2007/118758 A1 & EP 2010759 A1 & DE 102006017232 A1 & CN 101421493 A	17-18, 20

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

13.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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）

立花 啓

3Z

4024

電話番号 03-3581-1101 内線 3395