

(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
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/182107 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002618
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 25 日(25.05.2015)
- (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 2014-111309 2014 年 5 月 29 日(29.05.2014) 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: 竹添 浩行(TAKEZOE, Hiroyuki); 〒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 1 3 番 1 9 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.

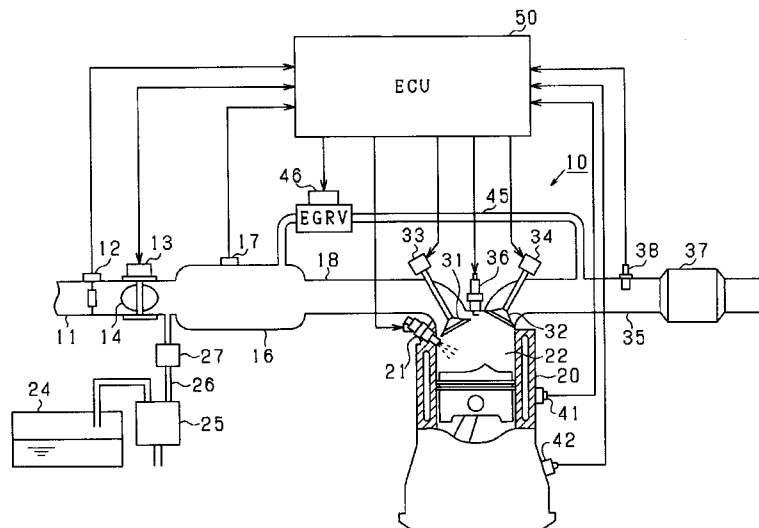
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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: AIR QUANTITY CALCULATION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の空気量算出装置



(57) Abstract: An ECU (50) calculates the amount (Gn) of air flowing into a cylinder on the basis of an air intake tube pressure (Pm) using an air intake valve model simulating the behavior of air flowing into a combustion chamber (22) through an air intake valve (31). In particular, the ECU (50) calculates an air intake amount (Ga) on the basis of the detection results from an air flow meter (12), and determines whether the situation is such that the air intake amount (Ga) matches the actual amount of air flowing into the combustion chamber (22). Also, when it is determined that the situation is such that the air intake amount (Ga) matches the actual amount of air flowing in, a learning value is calculated on the basis of the ratio of the amount (Gn) of air flowing into the cylinder and the air intake amount (Ga).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/182107 A1



ECU (50) は、吸気弁 (31) を通じて燃焼室 (22) 内に空気が流入する挙動を模擬した吸気弁モデルを用い、吸気管圧力 (Pm) に基づいて筒内流入空気量 (Gn) を算出する。また特に、ECU (50) は、エアフロメータ (12) の検出結果に基づいて吸入空気量 (Ga) を算出するとともに、吸入空気量 (Ga) が燃焼室 (22) 内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定する。そして、吸入空気量 (Ga) が実際の流入空気量に一致する状況下であると判定された場合に、筒内流入空気量 (Gn) と吸入空気量 (Ga) との比較に基づいて学習値を算出する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の空気量算出装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年5月29日に出願された日本出願番号2014-11309号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関の空気量算出装置に関するものである。

背景技術

[0003] 内燃機関の筒内流入空気量を算出する手法は種々記載されており、その1つとして、吸気弁モデルを用い、吸気管圧力に基づいて筒内流入空気量を算出するものが知られている（例えば特許文献1参照）。この吸気弁モデルを用いた算出手法では、内燃機関の体積効率 η_v の特性を考慮して、吸気弁の開放に伴い生じる空気の筒内流入量を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-26318号公報

発明の概要

[0005] また、内燃機関においては製造公差や耐久劣化に起因する特性ずれが生じるため、吸気弁モデルに関して学習を実施する。この場合、吸気管に設けたエアフロメータの検出結果から算出した吸入空気量と、吸気弁モデルを用いて算出した筒内流入空気量との比較に基づいて、空気量補正值としての学習値を算出する。

[0006] しかしながら、内燃機関において運転状態が様々に変化することを考慮すると、空気量学習を実施する上で、エアフロ検出値に基づく吸入空気量を真の空気量とすることができない場合がある。つまり、エアフロメータよりも下流側で空気流入が生じると、エアフロ検出値に基づく吸入空気量と、吸気弁モデルに基づく筒内流入空気量とが対にならず、それに起因して学習の精

度が確保できなくなる。そして、学習精度の低下により空気量の算出精度が低下する。

[0007] 本開示は、吸気弁モデルに関する学習を適正に実施し、ひいては空気量の算出精度を向上させることができる内燃機関の空気量算出装置を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の第一の態様において、内燃機関の空気量算出装置は、吸気弁を通じて燃焼室内に空気が流入する挙動を模擬した吸気弁モデルを用い、吸気管内の圧力である吸気管圧力に基づいて、燃焼室内に流入する空気量である筒内流入空気量を算出することを前提にする。そして、吸気管に設けた空気量検出センサの検出結果に基づいて、当該吸気管内を流れる吸入空気量を算出する吸入空気量算出部と、吸入空気量算出部により算出した吸入空気量が、燃焼室内に実際に流入する流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定する判定部と、吸入空気量が実際の流入空気量に一致する状況下であると判定された場合に、吸気弁モデルを用いて算出した筒内流入空気量と、吸入空気量算出部により算出した吸入空気量との比較に基づいて、筒内流入空気量と吸気弁モデルの特性値との少なくともいずれかを補正するための学習値を算出する学習部と、を備える。

[0009] 空気量検出センサの検出結果から算出した吸入空気量と吸気弁モデルを用いて算出した筒内流入空気量とを比較することで、空気量学習が可能となる。この場合、例えば吸気弁に関して製造公差や耐久劣化に起因してバルブリフト量のずれが生じても、そのずれ分に相当する空気量誤差の抑制が可能となる。また特に、上記構成では、空気量検出センサの検出結果から算出した吸入空気量が、燃焼室内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定し、一致する場合に、検出値である吸入空気量とモデル算出値である筒内流入空気量との比較に基づいて学習を実施する。そのため、空気量検出センサの検出地点よりも下流側で空気流入が生じた場合にそれに起因して学習精度が低下するといった不都合を抑制できる。その結果、吸気弁モデルに関する学習を適正に実施し、ひいては空気量の算出精度を向上させること

ができる。

図面の簡単な説明

- [0010] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
- [図1]図1は、本開示の実施の形態におけるエンジン制御システムの構成を示す概略図であり、
- [図2]図2は、吸気管圧力と筒内流入空気量との関係を示す図であり、
- [図3]図3（a）は、吸気管圧力と空気量補正值との関係を示す図であり、図3（b）は、エンジン回転速度と空気量補正值との関係を示す図であり、
- [図4]図4は、空気量算出処理の概要を示すブロック図であり、
- [図5]図5は、学習処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本開示を具体化した一実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態は、車両に搭載される多気筒4サイクルガソリンエンジンである内燃機関を制御対象とし、当該エンジンにおける各種アクチュエータの電子制御を実施する。まず、図1によりエンジン制御システムの全体概略構成を説明する。なお、図1においては直噴式エンジンを示すが、その噴射形式は限定されず、ポート噴射式エンジンであってもよい。
- [0012] 図1に示すエンジン10において、吸気管11の上流部には吸入空気量を検出するためのエアフロメータ12が設けられている。エアフロメータ12の下流側には、DCモータ等のスロットルアクチュエータ13によって開度調節されるスロットル弁14が設けられており、該スロットル弁14の開度はスロットルアクチュエータ13に内蔵されたスロットル開度センサにより検出される。本実施形態では、スロットル弁14の開度はスロットル開度とする。スロットル弁14の下流側にはサージタンク16が設けられ、このサージタンク16には吸気管圧力を検出するための吸気管圧力センサ17が設けられている。サージタンク16には、エンジン10の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド18が接続されている。

- [0013] シリンダブロック 20 には電磁駆動式のインジェクタ 21 が設けられており、該インジェクタ 21 により燃焼室 22 内に燃料が直接噴射される。インジェクタ 21 に対しては、図示しない高圧ポンプと燃料配管とを通じて高圧燃料が供給される。本実施形態では、燃料配管はデリバリパイプである。なお、高圧ポンプは、例えば 10～20 MPa 程度に燃料圧を高圧化する。
- [0014] また、吸気管 11 においてスロットル弁 14 の下流側には、燃料タンク 24 内で発生した蒸発燃料を吸気通路内に放出する蒸発燃料処理装置が設けられている。この蒸発燃料処理装置は、活性炭などの吸着材が充填されたキャニスタ 25 と、キャニスタ 25 と吸気管 11 とを接続するパージ配管 26 と、パージ配管 26 の途中に設けられたパージ制御弁 27 とを備えている。キャニスタ 25 に蒸発燃料が吸着された状態では、パージ制御弁 27 の開放に伴い蒸発燃料が吸気管 11 内に放出される。
- [0015] エンジン 10 の吸気ポート及び排気ポートには、それぞれ図示しないカム軸の回転に応じて開閉動作する吸気弁 31 及び排気弁 32 が設けられている。吸気弁 31 の開動作により吸入空気が燃焼室 22 内に導入され、排気弁 32 の開動作により燃焼後の排気が排気管 35 に排出される。吸気弁 31 及び排気弁 32 には、それら各弁の開閉時期を可変とする可変動弁装置 33, 34 が設けられている。本実施形態では、開閉時期はバルブタイミングとも言う。可変動弁装置 33, 34 は、エンジン 10 のクランク軸と吸排気の各カム軸との相対回転位相を調整するものであり、所定の基準位置に対して進角側及び遅角側への位相調整が可能となっている。可変動弁装置 33, 34 としては油圧駆動式又は電動式の可変動弁機構が用いられる。
- [0016] エンジン 10 のシリンダヘッドには各気筒に点火プラグ 36 が取り付けられており、点火プラグ 36 には、図示しない点火コイル等を通じて、所望とする点火時期において高電圧が印加される。この高電圧の印加により、各点火プラグ 36 の対向電極間に火花放電が発生し、燃焼室 22 内において燃料が着火されて燃焼に供される。
- [0017] 排気管 35 には、排気を浄化する排気浄化部としての触媒 37 が設けられ

ている。触媒 37 は例えば三元触媒である。また、排気管 35 において触媒 37 の上流側には空燃比センサ 38 が設けられている。その他に、シリンダブロック 20 には、冷却水温を検出する冷却水温センサ 41 や、エンジン 10 の所定クランク角毎に矩形状のクランク角信号を出力するクランク角度センサ 42 が取り付けられている。本実施形態では、所定クランク角は例えば 30° CA 周期である。

[0018] サージタンク 16 と排気管 35 とは EGR 配管 45 を介して接続されており、この EGR 配管 45 の途中に電磁駆動式の EGR 弁 46 が設けられている。本実施形態では、EGR 配管 45 と EGR 弁 46 は、EGR 部に相当する。なお、EGR 配管 45 の排気側接続部位は触媒 37 の下流側であってもよい。EGR 弁 46 の開度である EGR 開度を調節することにより、排気管 35 から吸気通路側に再循環される排気量である EGR ガス量が制御される。

[0019] 上述した各種センサの出力は、エンジン制御を司る電子制御ユニット (ECU) 50 に入力される。ECU 50 は、CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータを主体として構成され、ROM に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて、インジェクタ 21 の燃料噴射量や燃料噴射時期、点火プラグ 36 の点火時期等を制御するとともに、吸気側及び排気側の可変動弁装置 33, 34 を駆動させて吸気弁 31 及び排気弁 32 の開閉時期を適宜制御する。その他、ECU 50 は、パージ制御弁 27 を開放させてキャニスタ 25 の吸着燃料を吸気管 11 内に適宜放出させたり、EGR 弁 46 を開放させて EGR を実施したりする。

[0020] また本実施形態では、吸気弁 31 を通じて燃焼室 22 内に空気が流入する挙動を模擬した吸気弁モデルを用い、吸気管圧力 P_m に基づいて、燃焼室 22 内に流入する空気量である筒内流入空気量 G_n を算出する。この筒内流入空気量 G_n は、燃料噴射量制御やトルク制御等に用いられる。吸気弁モデルは、エンジン 10 の体積効率 η_v を考慮し構築されたものであり、例えば図 2 に示すような相関関係に基づき筒内流入空気量 G_n が算出される。なお、

吸気温度、エンジン回転速度、吸気弁 31 の開閉時期をパラメータとして加えて筒内流入空気量 G_n を算出するものであってもよい。

[0021] ところで、吸気弁 31 においては、製造公差や耐久劣化に起因してバルブリフト量のずれが生じる。本実施形態では、耐久劣化（例えば、カム山の摩耗、デポジットの付着等である。例えば、吸気弁 31 のバルブリフト量が小さくなる方向にずれた場合には、そのずれ量に応じて、実際の流入空気量が少なくなる。そしてこれにより、吸気弁モデルにおいて筒内流入空気量 G_n の算出誤差が生じるおそれがある。そこで本実施形態では、こうした筒内流入空気量 G_n の算出誤差を抑制すべく、吸気弁モデルに関する学習を実施する。具体的には、吸気弁 31 に関する製造公差や耐久劣化に起因する流入空気量ずれを補正するための空気量補正值を学習処理により求め、その空気量補正值を用いて、吸気弁モデルの出力である筒内流入空気量 G_n を補正する。

[0022] また、燃焼室 22 内への流入空気量は、吸気マニホールド 18 及び燃焼室 22 の圧力差と吸気抵抗とに応じたものになるため、バルブリフト量が小さくなる側にずれるか大きくなる側にずれるかに応じて、及び、そのずれ量がどれほどであるかに応じて、流入空気量のずれの特性が決まる。ただし、バルブリフト量のずれが生じている場合において、エンジン運転状態を表す各種パラメータのうち特定のパラメータに関しては、値の大小にかかわらず流入空気量のずれの方向が同一になるのに対し、その特定のパラメータ以外に関しては、流入空気量のずれの方向が同一にならない。

[0023] 例えば吸気管圧力 P_m とエンジン回転速度 N_e について考察する。バルブリフト量のずれが生じている場合において、吸気管圧力 P_m に関しては、 P_m 値の大小にかかわらず流入空気量のずれの方向が同一になる。これに対し、エンジン回転速度 N_e に関しては、 N_e 値の大小に応じて流入空気量のずれの方向が相違する。そのため、吸気管圧力 P_m をパラメータにすると、その P_m 全領域において定められるべき空気量補正值は図 3（a）のようになる。また、エンジン回転速度 N_e をパラメータにすると、その N_e 全領域

において定められるべき空気量補正值は図3（b）のようになる。

[0024] つまり、図3（a）、（b）に示すように、吸気管圧力 P_m と空気量補正值との関係は線形又は略線形になるのに対し、エンジン回転速度 N_e と空気量補正值との関係は非線形になる。そこで本実施形態では、流入空気量のずれの方向が全領域で同一になる P_m と、流入空気量のずれの方向が全領域で同一とならない N_e について、学習点の数を相違させており、 P_m の学習点を n_1 点、 N_e の学習点を n_1 点よりも多い n_2 点としている。ただし、 $n_1 \geq 2$ であるとよい。本実施形態では、 n_1 が3であり、 n_2 が10である。

[0025] また、学習処理では、吸気弁モデルにより算出した筒内流入空気量 G_n と、エアフロメータ12の検出結果から算出した吸入空気量 G_a との比較により空気量補正值を算出するが、例えば吸気通路においてエアフロメータ12よりも下流側で空気流入が生じる場合には筒内流入空気量 G_n と吸入空気量 G_a との直接の比較が不可になる。そのため本実施形態では、吸入空気量 G_a が、燃焼室22内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定し、一致する状況下であると判定した場合に、筒内流入空気量 G_n と吸入空気量 G_a との比較に基づいて空気量補正值を算出する。

[0026] 図4は、空気量算出処理の概要を示すブロック図であり、同図に示す各機能はECU50により実現される。

[0027] 流入空気量算出部M11は、吸気弁モデルを用いて構成されており、吸気管圧力 P_m に基づいて筒内流入空気量 G_n を算出する。吸気管圧力 P_m は、吸気管圧力センサ17により検出された検出値である以外に、吸気マニホールド18内を空気が流れる際の挙動を模擬したインマニモデルを用いて推定した推定値であってもよい。なお、吸気温度、エンジン回転速度、吸気弁31の開閉時期をパラメータとして加えることも可能である。

[0028] 補正部M12は、流入空気量算出部M11で算出した筒内流入空気量 G_n を、空気量補正值である学習値 K により補正し、補正後空気量 G_{na} を算出する。この補正後空気量 G_{na} が燃料噴射量制御やトルク制御等に用いられ

る。学習値 K は、初期値を1とし、学習処理により適宜更新される値である。

[0029] また、空気量観測部M13は、エアフロメータ12の検出結果に基づいて、吸気管11内を流れる吸入空気量 G_a を算出する。この吸入空気量 G_a は、エンジン回転速度 N_e 等に基づいて、気筒ごとの空気量として算出されるとよい。偏差算出部M14は、補正部M12で算出した補正後空気量 G_{na} と、空気量観測部M13で算出した吸入空気量 G_a との差である空気量偏差 ΔG を算出する。

[0030] 学習部M15は、空気量偏差 ΔG に基づいて、複数の学習領域ごとに学習値 K を算出し、その学習値 K を所定のバックアップ用メモリ（例えばEEPROM等の不揮発性メモリ）記憶する。具体的には、複数の N_e 格子点 x と複数の P_m 格子点 y とを有する学習領域 (x, y) を定めておき、エンジン運転時において学習領域ごとに学習値 K の算出または更新を適宜実施する。この場合、エンジン回転速度 N_e について例えば10点の N_e 格子点 x が定められているとともに、吸気管圧力 P_m について例えば3点の P_m 格子点が定められている。3点の P_m 格子点は、例えば低負荷点、中負荷点、高負荷点である。

[0031] 図5は、学習処理を示すフローチャートであり、本処理はECU50により所定周期で繰り返し実施される。

[0032] 図5において、S11では、ECU50が、学習実施条件の成否を判定する。この場合、学習実施条件には、エンジン回転速度の変動量が所定値以下であること、吸気管圧力の変動量が所定値以下であること、が含まれ、これらがすべて成立する場合に、学習実施条件が成立していると判定される。本実施形態では、エンジン回転速度の変動量と吸気管圧力の変動量は所定時間内の変動量である。

[0033] また、S12では、ECU50が、吸気通路においてエアフロメータ12の下流側で空気流入が生じていないか否かを判定する。これは、エアフロメ

ータ 1 2 の検出値により算出した吸入空気量 G_a が燃焼室 2 2 内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定する処理に相当し、さらに言えば、その吸入空気量 G_a と吸気モデルで算出した筒内流入空気量 G_n との比較が可能であるか否かを判定するための処理である。この場合、例えば蒸発燃料のパーズが実施されていれば、S 1 2 が否定される。その他に、E G R が実施されている場合に S 1 2 が否定されるようにしてもよい。

[0034] そして、E C U 5 0 が、S 1 1, S 1 2 が共に Y E S であれば後続の S 1 3 に進み、S 1 1, S 1 2 のいずれかが N O であればそのまま処理を終了する。S 1 3 では、エンジン回転速度 N_e と吸気管圧力 P_m とから今現在の学習領域 (x, y) を算出する。この学習領域は、上述した n_1 個の P_m 学習点、 n_2 個の N_e 学習点により定められた領域である。

[0035] また、S 1 4 では、E C U 5 0 が、エアフロメータ 1 2 の検出値により算出した吸入空気量 G_a と吸気モデルで算出した筒内流入空気量 G_n とを取得するとともに、その G_a , G_n により空気量偏差 ΔG を算出する。この場合、筒内流入空気量 G_n は、これまでに算出した学習値 K を反映した空気量、すなわち補正後空気量 G_{na} であるとよい。本実施形態では、 ΔG は下記数式で求められている。

$$\Delta G = G_a - G_n$$

S 1 5 では、E C U 5 0 が、空気量偏差 ΔG が所定値以上であるか否かを判定し、Y E S であれば S 1 6 に進む。

[0036] S 1 6 ~ S 1 8 では、E C U 5 0 が、所定の学習更新量 d_{e1} , d_{e2} を用いて学習値 $K[x, y]$ の更新処理を実施する。この場合、空気量偏差 ΔG の大きさに応じて更新速度の変更が行われるようになっており、 ΔG が比較的小さい場合には、小さい方の学習更新量 d_{e1} を用い、 ΔG が比較的大きい場合には、大きい方の学習更新量 d_{e2} を用いる。本実施形態では、 d_{e1} が d_{e2} より小さい。

[0037] 具体的には、S 1 6 では、E C U 5 0 が、 ΔG が所定値以上となる状態下 (S 1 5 が Y E S の状態下) で、空気量偏差 ΔG の符号が所定時間以上同一

であるか否かを判定する。この場合、空気量偏差 ΔG が比較的小さければ、 ΔG の符号が所定時間以上同一になることはなく、S 1 6がNOとなる。一方、空気量偏差 ΔG が比較的大きければ、 ΔG の符号が所定時間以上同一になり、S 1 6がYESとなる。そして、ECU 5 0が、S 1 6がNOであれば、S 1 7に進み、学習更新量 $d e 1$ を用いて学習値 $K[x, y]$ を更新する。ECU 5 0が、S 1 6がYESであれば、S 1 8に進み、学習更新量 $d e 2$ を用いて学習値 $K[x, y]$ を更新する。

[0038] 上記のS 1 6～S 1 8では、ECU 5 0が、 ΔG が所定値以上である状態になった後に、その状態が解消されるまで学習値 $K[x, y]$ の更新を実施する。

[0039] そして、S 1 9では、ECU 5 0が、 ΔG が収束し学習が完了した学習値をメモリに記憶する。このとき、ECU 5 0が、複数の学習領域における各吸気管圧力 $P m$ での学習値の算出が完了している場合には、同一の $N e$ 学習点における各 $P m$ 学習点での学習値から、中央値となる最終学習値を算出し、それをメモリに記憶するとよい。ここで、ECU 5 0が、低負荷、中負荷、高負荷の3点の学習値うち中央となる学習値をそのまま最終の学習値としてもよいし、3点の学習値の平均値を中央値としそれを最終の学習値としてもよい。

[0040] 以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

[0041] エアフロメータ1 2の検出結果から算出した吸入空気量 $G a$ と吸気弁モデルを用いて算出した筒内流入空気量 $G n$ との比較により空気量学習を実施する構成において、吸入空気量 $G a$ が燃焼室2 2内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定し、一致する場合に、検出値である吸入空気量とモデル算出値である筒内流入空気量との比較に基づいて学習を実施するようにした。そのため、エアフロメータ1 2の検出地点よりも下流側で空気流入が生じた場合にそれに起因して学習精度が低下するといった不都合を抑制できる。その結果、吸気弁モデルに関する学習を適正に実施し、ひいては空気量の算出精度を向上させることができる。

[0042] キャニスタ 25 からの燃料パージや EGR が実施されている状態では、吸気通路においてエアフロ下流側での空気流入が生じる。そのため、筒内流入空気量 G_n として算出されるべき値と、エアフロ検出値により算出した吸入空気量 G_a とが一致しなくなる。この点、キャニスタ 25 からの燃料パージや EGR が実施されている状態では学習を実施しない構成にしたため、学習処理を適正に実施できる。

[0043] バルブリフト量のずれに起因する筒内流入空気量のずれが生じている場合、その空気量のずれ分は、吸気管圧力 P_m を変数とする場合とエンジン回転速度 N_e を変数とする場合とで特性（感度）が異なる。この点を考慮して、 P_m の学習点を n_1 点、 N_e の学習点を n_1 点よりも多い n_2 点とした。これにより、学習領域の少数化を図りつつ、空気量算出にとって適正な学習処理を実施できる。

[0044] 既述のとおり流入空気量のずれの方向に関して、吸気管圧力 P_m については全領域で方向が同一になり、同一の N_e で見れば、各 P_m 学習点での学習値は互いに近いものとなる。この場合、3 点の学習値から 1 つの学習値（例えば中央値）を求め、それを最終の学習値にすることで、学習値はエンジン回転速度 N_e のみに対応するゲインを有するものになる。つまり、学習値の反映は N_e のみで対応可能となる。これにより、学習値の反映を簡易に実施できる。

[0045] （他の実施形態）

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

[0046] 複数の学習領域を、吸気弁 31 の開閉時期である VVT 進角値をパラメータとして定めておく構成であってもよい。つまり、複数の学習領域を、吸気管圧力 P_m 、エンジン回転速度 N_e 及び VVT 進角値により定めておき、各学習領域について学習値を算出する。この場合、 P_m の学習点の点数を n_1 、 N_e の学習点の点数を n_2 、VVT 進角値の学習点の点数を n_3 とする場合、それらを $n_1 < n_2$ 、 $n_1 < n_3$ としている。

[0047] 要するに、吸気弁 31 の開閉時期である VVT 進角値に関しても、エンジ

ン回転速度 N_e と同様、吸気管圧力 P_m を変数とする場合と比べて特性（感度）が異なるものとなる。この点、 VVT 進角値をパラメータとして含む場合の学習点を n_3 点としたため、やはり空気量算出にとって適正な学習処理を実施できる。この場合、 n_3 が 10 である。

[0048] 上記実施形態では、図 4 において偏差算出部 M14 が、補正部 M12 で算出した補正後空気量 G_{na} を用いて空気量偏差 ΔG を算出するが、これを変更し、偏差算出部 M14 が、流入空気量算出部 M11 で算出した筒内流入空気量 G_n を用いて空気量偏差 ΔG を算出してもよい。そして、学習部 M15 は、上記同様、空気量偏差 ΔG に基づいて複数の学習領域ごとに学習値 K を算出する。

[0049] 吸入空気量 G_a が燃焼室 22 内への実際の流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定する判定部として、以下のものを採用してもよい。各々に吸気通路が分岐して接続される複数のバンク（気筒群）を有する V 型エンジンにおいて、吸気通路の分岐位置よりも上流側の吸気集合部に設けられたエアフロメータを備えるとともに、複数のバンクの全てを稼動状態とする全筒運転、及び、複数のバンクのうち 1 つを稼動状態とし、他を吸排気休止の状態とする休筒運転を切り替える気筒休止機構を備える。そして、気筒休止機構により休筒運転が実施されている場合に、吸入空気量 G_a が燃焼室 22 内への実際の流入空気量に一致する状況下にあると判定する。

[0050] 学習部が、吸気弁モデルの特性値を補正するための学習値を算出する構成であってもよい。具体的には、モデル演算の係数の値を学習したりする。この場合、図 2 に示す関係について言えば特性線のオフセット変更やゲイン変更が実施されるとよい。また、モデル算出値である筒内流入空気量を補正する学習値と、吸気弁モデルの特性値を補正する学習値との両方を算出する構成であってもよい。

[0051] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それ

らに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 吸気管（11）を流れる空気を燃料と共に燃焼させる燃焼室（22）と、該燃焼室に通じる吸気ポートに設けられ、開放されることで前記燃焼室内に空気を流入させる吸気弁（31）とを備える内燃機関（10）に適用され、

前記吸気弁を通じて前記燃焼室内に空気が流入する挙動を模擬した吸気弁モデルを用い、前記吸気管内の圧力である吸気管圧力（ P_m ）に基づいて、前記燃焼室内に流入する空気量である筒内流入空気量（ G_n ）を算出する内燃機関の空気量算出装置であって、

前記吸気管に設けた空気量検出センサ（12）の検出結果に基づいて、当該吸気管内を流れる吸入空気量（ G_a ）を算出する吸入空気量算出部（50、M11）と、

前記吸入空気量算出部により算出した吸入空気量が、前記燃焼室内に実際に流入する流入空気量に一致する状況下にあるか否かを判定する判定部（50、S16）と、

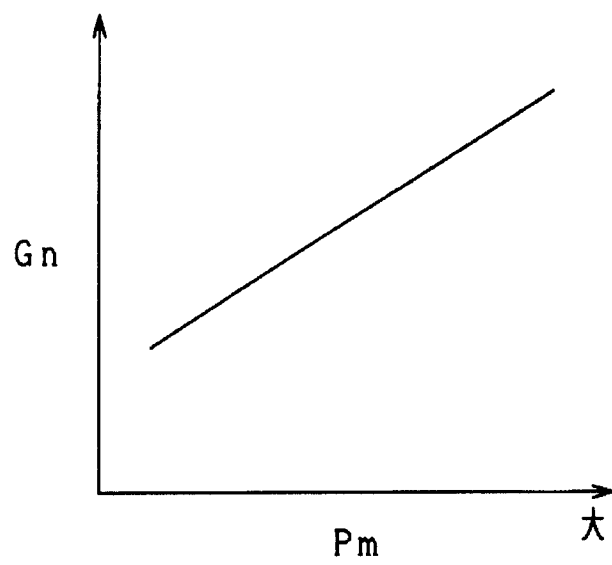
前記吸入空気量が前記実際の流入空気量に一致する状況下であると判定された場合に、前記吸気弁モデルを用いて算出した筒内流入空気量と、前記吸入空気量算出部により算出した吸入空気量との比較に基づいて、前記筒内流入空気量と前記吸気弁モデルの特性値との少なくともいずれかを補正するための学習値を算出する学習部（50、M15、S16～S19）と、

を備える内燃機関の空気量算出装置。

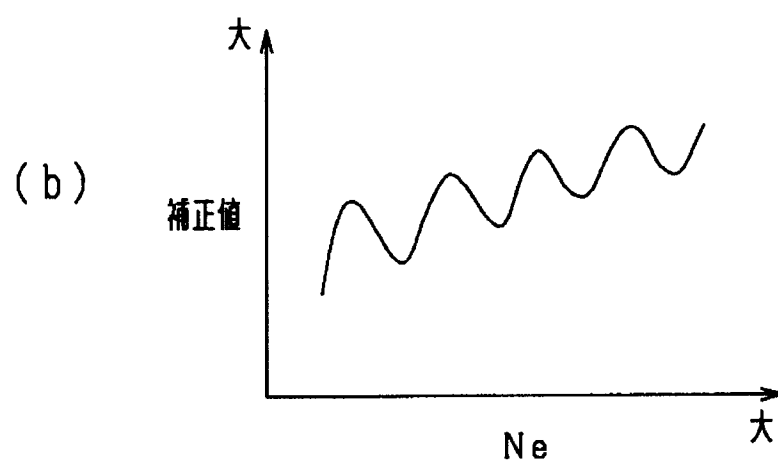
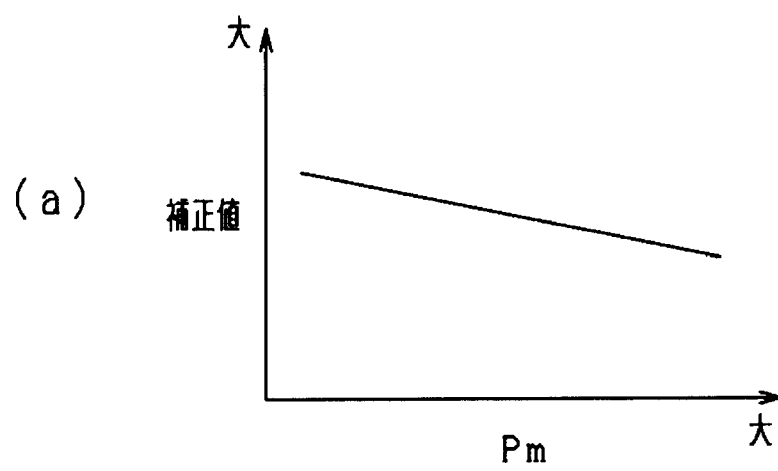
[請求項2] 前記判定部は、キャニスタ（25）に吸着した蒸発燃料を吸気通路に放出するパージ処理が実施されていないこと、及びEGR部（45、46）により吸気通路へのEGRガスの導入が行われていないことの少なくともいずれかに基づいて、前記吸入空気量が前記実際の流入空気量に一致する状況下であるか否かを判定する請求項1に記載の内燃機関の空気量算出装置。

- [請求項3] 前記学習部は、吸気管圧力と機関回転速度とをパラメータとする複数の学習領域においてそれぞれ前記学習値を算出するものであり、
前記複数の学習領域として定められる吸気管圧力の点数 n_1 と機関回転速度の点数 n_2 は、 $n_1 < n_2$ である請求項1又は2に記載の内燃機関の空気量算出装置。
- [請求項4] 前記学習部は、前記複数の学習領域における各吸気管圧力での学習値の算出が完了した後、同一の機関回転速度における各吸気管圧力での学習値から、中央値となる最終学習値を算出する請求項3に記載の内燃機関の空気量算出装置。
- [請求項5] 前記複数の学習領域は、前記吸気弁の開閉時期をパラメータとして含めて定められるものであり、
前記複数の学習領域として定められる前記開閉時期の点数 n_3 は、前記吸気管圧力の点数 n_1 よりも多くなっている請求項3又は4に記載の内燃機関の空気量算出装置。

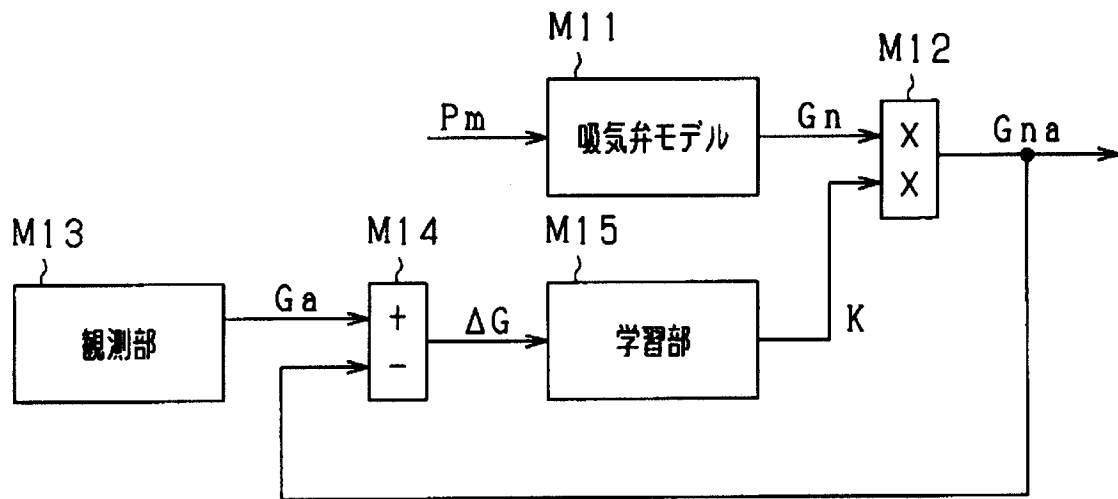
[図2]



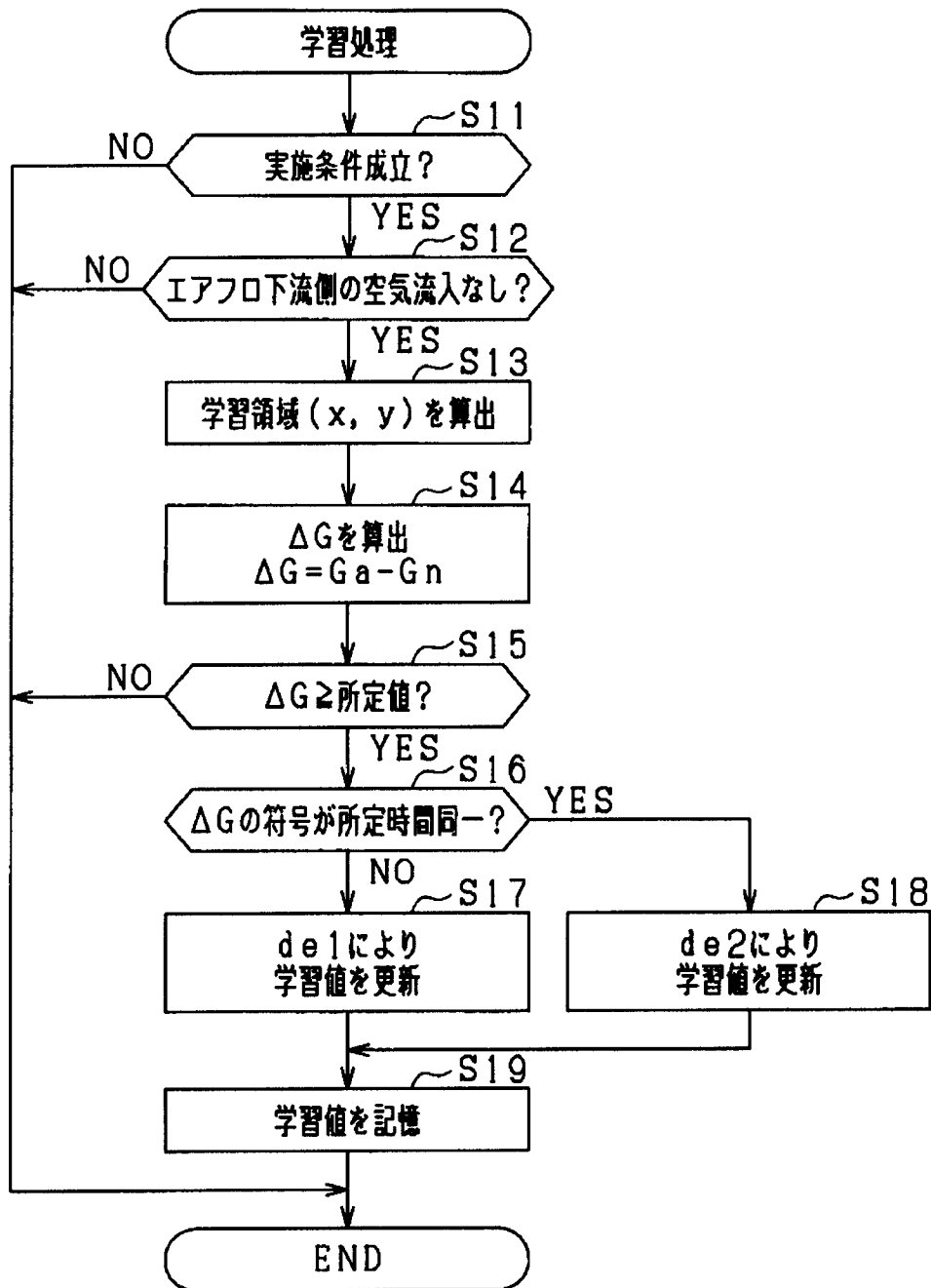
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F02D45/00(2006.01) i</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) <i>F02D45/00</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2015</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2015</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2015</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015							
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 A	JP 2005-337186 A (Denso Corp.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0024] to [0030]; fig. 5 (Family: none)	1, 3 2, 4-5								
A	JP 2009-103114 A (Toyota Motor Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0025] to [0027] (Family: none)	1-5								
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 02 July 2015 (02.07.15)		Date of mailing of the international search report 28 July 2015 (28.07.15)								
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（I P C）） Int.Cl. F02D45/00(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（I P C）） Int.Cl. F02D45/00			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 A	JP 2005-337186 A (株式会社デンソー) 2005.12.08, 段落 0024-0030, 図 5 (ファミリーなし)		1, 3 2, 4-5
A	JP 2009-103114 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.05.14, 段落 0025-0027 (ファミリーなし)		1-5
☐ 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 02.07.2015		国際調査報告の発送日 28.07.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (I S A / 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 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3Z 4024