

(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  
2017年2月9日(09.02.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/022630 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 21/08 (2006.01) F02D 41/10 (2006.01)  
F02D 41/02 (2006.01) F02M 26/00 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072196
- (22) 国際出願日: 2016年7月28日(28.07.2016)
- (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 2015-151752 2015年7月31日(31.07.2015) JP
- (71) 出願人: いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井6丁目26番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 花村 良文 (HANAMURA Yoshifumi); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP). 青木信夫 (AOKI Nobuo); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 日比谷 征彦, 外 (HIBIYA Yukihiko et al.); 〒1230843 東京都足立区西新井栄町一丁目19

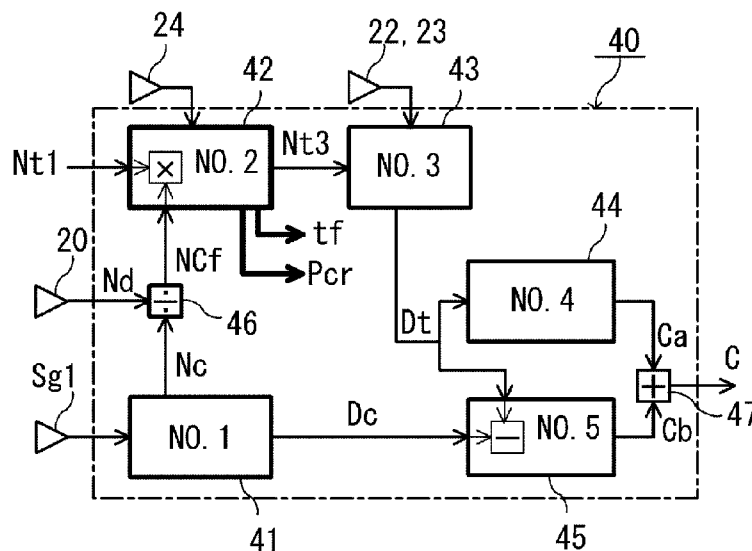
番 3 1 号 ザ ステージオ ・ イースト 7 1 7  
Tokyo (JP).

- (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, 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).

[続葉有]

(54) Title: INTERNAL-COMBUSTION ENGINE EGR CONTROL SYSTEM, INTERNAL-COMBUSTION ENGINE, AND INTERNAL-COMBUSTION ENGINE EGR CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法



(57) Abstract: A control device 30 is configured in such a way that if the operating state of an engine 10 is a state of acceleration, while under EGR control for suppressing the generation of smoke, a fuel injection timing tf for injection of fuel into a cylinder is delayed, and/or a fuel injection pressure Pcr is reduced, without increasing a NOx concentration target value Nt1 set on the basis of the operating state of the engine 10.

(57) 要約: 制御装置30が、エンジン10の運転状態が加速状態にあるときは、スモークの発生を抑制するためのEGR制御で、エンジン10の運転状態に基づいて設定されたNOx濃度目標値Nt1を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期tfの遅延又は燃料噴射圧力Pcrの低下の少なくとも一方を行うように構成される。

WO 2017/022630 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGR (Exhaust Gas Recirculation)システムを備えた内燃機関で、エンジンの運転状態に対応したNO<sub>x</sub>目標値を使用してEGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法に関する。

### 背景技術

[0002] 一般的に、車両に搭載されるディーゼルエンジン等の内燃機関には、排気ガスに含まれるNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）の濃度を一定濃度以下に制御するために、EGRシステムが備えられる。

[0003] また、これに関連して、内燃機関の負荷にかかわらず低圧EGRの流量を一定となるようにフィードフォワード制御するとともに、排気中の酸素濃度が一定となるように、高圧EGRの流量をその目標値にフィードバック制御する内燃機関の排気還流制御装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] しかしながら、この参考技術における過給遅れ対策では、第1NO<sub>x</sub>濃度目標値N<sub>t1</sub>を大きくする変更をしているので、NO<sub>x</sub>排出量が過渡状態の一時的にはあるが増加することになり、排気ガスが悪化することになり、好ましくないという問題がある。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2012-237290号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の態様は、上記のことを鑑みてなされたものであり、その目的は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、内燃機関の運転状態に応じたNO<sub>x</sub>濃度目標値を使用してEGRバルブの開度を制御する場合に、エンジンの運転状態が加速状態でスモーク発生の抑制のためにNO<sub>x</sub>濃度目標値を大きくすることなく、NO<sub>x</sub>排出量の増加を回避してEGRをすることができる内燃機関のEGR制御システム、内燃機関及び内燃機関のEGR制御方法を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0007] 上記の目的を達成するための本発明の態様の内燃機関のEGR制御システムは、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、EGRのNO<sub>x</sub>濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて前記EGRバルブの開度を制御する制御装置を備えた内燃機関のEGR制御システムにおいて、前記制御装置が、EGR制御中でエンジンの運転状態が加速状態にあるときは、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下の少なくとも一方を行うように構成される。なお、この燃料噴射圧力の低下は、コモンレールシステムを使用している場合には、コモンレールの圧力を低下することで燃料噴射圧力を低下させる。

[0008] また、燃料噴射時期の遅延量および燃焼噴射圧力の圧力低下量は、エンジンの加速状態を示す指標、例えば、アクセル開度の変化量や燃料噴射量の変化量等に対して、予め実験的に求めてマップデータ等で記憶しておき、EGR制御時に加速状態が発生したときにこのマップデータを参照して算出する。なお、燃料噴射時期の遅延および燃焼噴射圧力の圧力低下は一方のみでもよいが、組み合わせでもよく、組み合わせの場合の遅延量と圧力低下量の最適な割合は実験的に設定してマップデータ化することができる。

[0009] この構成によれば、エンジンの運転状態が加速状態のときでも、エンジン

の運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加することなく、燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下で、スモークの発生を回避するので、NO<sub>x</sub>の排出量の増加を防止でき、排気ガス性能の悪化を抑制することができる。また、加速状態におけるEGR制御においても、定常時用に設定されるNO<sub>x</sub>濃度目標値を加速時用のNO<sub>x</sub>濃度目標値に変更しないで済むので、定常状態のEGR制御と同じ制御で行うことができる。

[0010] そして、上記の目的を達成するための内燃機関は、上記の内燃機関のEGR制御システムを備えて構成され、上記の内燃機関のEGRシステムと同様の作用効果を奏することができる。

[0011] また、上記の目的を達成するための本発明の態様の内燃機関のEGR制御方法は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、EGRのNO<sub>x</sub>濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記EGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御方法において、EGR制御中でエンジンの運転状態が加速状態にあるときは、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下の少なくとも一方を行うことを特徴とする方法である。この方法によれば、上記の内燃機関のEGR制御システムと同様の作用効果を奏することができる。

### 発明の効果

[0012] 本発明の内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法によれば、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、内燃機関の運転状態に応じたNO<sub>x</sub>濃度目標値を使用してEGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御システムにおいて、エンジンの運転状態が加速状態でスモーク発生の抑制のために、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を大きくすることなく、NO<sub>x</sub>排出量の増加を回避してEGRをすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、実施の形態の内燃機関におけるEGRシステムの構成を模式的に示す図である。

[図2]図2は、実施の形態の内燃機関のEGR制御システムの構成を模式的に示す図である。

[図3]図3は、図2の第2制御部におけるNO<sub>x</sub>濃度目標値算出部の入出力の関係を示す図である。

[図4]図4は、参考技術の内燃機関のEGR制御システムの構成を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明に係る実施の形態の内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施の形態の内燃機関は、本実施の形態の内燃機関のEGR制御システム40を備えて構成され、後述する内燃機関のEGR制御システム40が奏する作用効果と同様の作用効果を奏することができる。

[0015] 図1に示すように、本実施の形態の内燃機関（以下エンジン）10は、EGRシステム1を備えて構成され、エンジン本体11と吸気通路12と排気通路13とEGR通路14を備えている。このEGR通路14は、排気通路13と吸気通路12とを接続して設けられ、上流側より順に、エンジン冷却水を冷却媒体とするEGRクーラー15、EGRバルブ16が設けられている。

[0016] そして、大気から導入される新気Aが、必要に応じて、EGR通路14から吸気マニホールド11aに流入するEGRガスG<sub>e</sub>を伴って、気筒（シリンダ）11c内の燃焼室に送られ、燃焼室にて燃料噴射装置（図示しない）より噴射された燃料と混合圧縮されて、燃料が燃焼することで、エンジン10に動力を発生させる。そして、エンジン10で燃焼により発生した排気ガスGが、排気マニホールド11bから排気通路13に流出するが、その一部はEGR通路14にEGRガスG<sub>e</sub>として流れ、残りの排気ガスG<sub>a</sub>（=G-G<sub>e</sub>）は、排気浄化処理装置（図示しない）により浄化処理された後、マ

フラー（図示しない）を經由して大気へ放出される。

[0017] また、吸気通路12には、吸気系センサ群Sg1を構成する、吸気流量を検出する吸気流量センサ（MAFセンサ）21、吸気圧力を検出する吸気圧力センサ22及び吸気温度を検出する吸気温度センサ23が設けられるとともに、排気通路13には、排気系センサ群Sg2を構成する、排気ガス中のNO<sub>x</sub>濃度を検出するNO<sub>x</sub>濃度センサ20と、排気の空気過剰率を検出する排気ラムダセンサ（排気空気過剰率センサ）24が設けられる。これらのセンサ20～24の信号は、予め設定された制御時間毎に、後述する制御装置30に送信される。

[0018] また、内燃機関のEGRシステム1を制御する制御装置30が備えられる。この制御装置30は、上記のセンサ20～24より送信された信号に基づいて、予め設定された制御時間毎に、センサ20～24の検出値を算出するとともに、必要な検出値のデータを記憶する。この制御装置30は、通常は、エンジン10の運転状態全般を制御するエンジンコントロールユニット（ECU）に組み込まれるが、独立して設けてもよい。なお、制御装置30は、本実施の形態のEGR制御方法を実行するためのプログラムや各種データを記憶するように構成されたメモリとプログラムを実行するためのプロセッサ（CPU等）などから構成されていてもよい。また、制御装置30は、本実施の形態のEGR制御方法を実行するように設計されたASIC（Application Specific Integrated Circuit）などから構成されていてもよい。

[0019] 以下、実施の形態に係る内燃機関のEGR制御方法を図2乃至図4を参照しながら説明する。図4は、内燃機関のEGR制御システムの構成を模式的に示す図であり、本実施の形態を説明するための参考技術を示した図である。なお、この参考技術は本発明の一部を構成するものである。

[0020] 発明者らは、図4に示すようなEGR制御システム40Xで、エンジン回転数及び燃料噴射量等のエンジン運転状態に基づいて算出される第1NO<sub>x</sub>濃度目標値N<sub>t1</sub>に、実際の排気ガスG中のNO<sub>x</sub>濃度になるように、気筒内酸素濃度に基づいて、EGRバルブ16の開度を制御することを考えてき

た。

[0021] すなわち、EGRバルブ16の開度を制御する目標開度の制御量Cは、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ を基に第4制御部41のフィードフォワード制御44で算出される基本制御量（プリ制御量） $C_a$ に、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ と、各種センサからの入力を基に算出される気筒内酸素濃度の計算値 $D_c$ との差（誤差） $\Delta D (=D_t - D_c)$ を基に第5制御部45のフィードバック制御（PID制御）45で算出される補正制御量 $C_b$ を加算してバルブ制御量Cが算出される（ $C = C_a + C_b$ ）。

[0022] より詳細に説明すると、吸気流量センサ21、吸気圧力センサ22、吸気温度センサ23、排気ラムダセンサ24などの吸気系センサ群 $S_g1$ からの検出値を基に、第1制御部41で、 $NO_x$ 濃度算出値 $N_c$ が算出される。それと共に、 $NO_x$ 濃度検出値 $N_d$ を基本として $NO_x$ 濃度算出値 $N_c$ による算出値を補正する値を用いて、制御用の算出値を補正するとの考えに基づいて、 $NO_x$ 補正部46で、 $NO_x$ 濃度センサ20の検出値である $NO_x$ 濃度検出値 $N_d$ が入力され、この $NO_x$ 濃度検出値 $N_d$ と $NO_x$ 濃度算出値 $N_c$ とから $NO_x$ 補正係数（補正比率） $N_{cf} = N_d / N_c$ が算出される。

[0023] 一方、エンジン回転数及び燃料噴射量に基づいてマップデータを参照する等して、第1 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ が算出され、この第1 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ に対して、第2制御部42Xで、スモークリミットを考慮して第2 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t2}$ が算出され、更に、内燃機関の運転状態が定常状態であるときに、 $NO_x$ 補正係数 $N_{cf}$ を乗じて、第3 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t3} (=N_{t2} \times N_{cf} = N_{t2} \times N_d / N_c)$ が算出される。また、内燃機関の運転状態が加速状態であるときには、 $NO_x$ 補正係数 $N_{cf}$ による補正を行わず、補正比率を1として、第3 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t3}$ が算出される（ $N_{t3} = N_{t2} \times 1 = N_{t2}$ ）。

[0024] この第3 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t3}$ に対して、第3制御部43で、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ が算出され、第4制御部44でフィードフォワード制御（プリ制御）の目標値である基本制御量（プリ制御量） $C_a$ が算出される。そ



れと共に、第5制御部45で、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ と第1制御部41で算出された気筒内酸素濃度算出値 $D_c$ とを入力して、フィードバック制御（PID制御）の目標値である補正制御量 $C_b$ が算出される。加算部47で、この基本制御量 $C_a$ と補正制御量 $C_b$ とが加算されてバルブ制御量 $C$ が算出される。このバルブ制御量 $C$ でEGRバルブ16の開度が調整制御される。

[0025] そして、このEGR制御においては、エンジン回転数及び燃料噴射量に基づいてマップデータを参照する等して、排気ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度の目標値である第1 $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ が算出されているが、この第1 $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ はエンジンの定常状態における $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_t$ で設定されており、エンジンの運転状態が加速状態のときには、この $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_t$ でEGRを行うと、ターボ式過給機の過給遅れ（ターボ遅れ）等により、シリンダ内に送り込まれる新気量及び酸素量が不足し、燃焼状態が悪化してスモークが発生することが予想される。

[0026] これに対して、参考技術においては、エンジンの運転状態が加速状態のときには、エンジンの運転状態に基づいて設定された $\text{NO}_x$ 濃度目標値（第1 $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ ）を増加させることで、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ を大きくして、過度なスモークの発生を回避している。言い換えれば、過給遅れに伴う排気ラムダ（排気ガスの空気過剰率）の減少を考慮して、排気ラムダのスモーク発生回避のための下限の閾値を予め設けておき、排気ラムダがこの下限の閾値より低くならないように $\text{NO}_x$ 濃度目標値を大きくして、EGR制御に使用する第1 $\text{NO}_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ をより大きい値にしている。

[0027] 次に、図2および図3を参照しながら本実施の形態を説明する。

EGRバルブ16の開度を制御する目標開度の制御量 $C$ は、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ を基に第4制御部44のフィードフォワード制御で算出される基本制御量（プリ制御量） $C_a$ に、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ と、各種センサからの入力を基に算出される気筒内酸素濃度の計算値 $D_c$ との差（誤差）

$\Delta D (=D_t - D_c)$  を基に第5制御部45のフィードバック制御 (PID制御) で算出される補正制御量  $C_b$  を加算してバルブ制御量  $C$  が算出される ( $C = C_a + C_b$ ) 。

[0028] つまり、EGR通路14にEGRバルブ16を有して構成されるEGRシステム1を備えたエンジン10で、EGRのNO<sub>x</sub>濃度目標値  $N_{t1}$  に対応する気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  に基づいて、EGRバルブ16の開度を制御する制御装置30を備えた内燃機関のEGR制御システム40である。

[0029] より詳細に説明すると、第1制御部41では、吸気流量センサ21、吸気圧力センサ22、吸気温度センサ23、排気ラムダセンサ24などの吸気系センサ群  $S_g1$  からの検出値を基に、NO<sub>x</sub>濃度算出値  $N_c$  を算出する。

[0030] このシリンダ内酸素濃度算出値  $D_c$  の算出に際しては内部EGRガスを考慮することが好ましい。つまり、気筒内で発生するNO<sub>x</sub>量に関するのは、気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度算出値  $D_c$  であるので、気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度算出値  $D_c$  を、吸気量と酸素濃度、外部EGRガスの排気ガス量と酸素濃度内部とだけで算出せず、内部EGRガスの排気ガス量と酸素濃度と考慮に入れて、気筒内酸素濃度算出値  $D_c$  を算出することが好ましい。

[0031] そして、この気筒内酸素濃度算出値  $D_c$  と燃焼室温度の推定値などから気筒内で発生するNO<sub>x</sub>量及び気筒内から排出される排気ガスのNO<sub>x</sub>濃度を算出し、NO<sub>x</sub>濃度算出値  $N_c$  とする。

[0032] それと共に、NO<sub>x</sub>濃度センサ20で検出されるNO<sub>x</sub>濃度検出値  $N_d$  を基本としてNO<sub>x</sub>濃度算出値  $N_c$  による算出値を補正值を用いて、制御用の算出値を補正するとの考えに基づいて、NO<sub>x</sub>補正部46で、NO<sub>x</sub>濃度センサ20の検出値であるNO<sub>x</sub>濃度検出値  $N_d$  が入力され、このNO<sub>x</sub>濃度検出値  $N_d$  とNO<sub>x</sub>濃度算出値  $N_c$  とからNO<sub>x</sub>補正係数 (補正比率)  $N_c f = N_d / N_c$  を算出する。

[0033] 一方、排気ラムダセンサ24の検出値と、エンジン回転数  $N_e$  及び燃料噴射量  $q$  に基づいてマップデータを参照する等して、第1NO<sub>x</sub>目標値  $N_{t1}$

が算出される。第2制御部42には、第1NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t1</sub>と排気ラムダセンサ24の検出値が入力される。第2制御部42では、エンジン10の運転状態が定常状態では、この第1NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t1</sub>ではスモークが発生することが、予め設定してある計算式やマップデータ等から予測される場合には、スモークが発生しないようなNO<sub>x</sub>濃度を第2NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t2</sub>とする。所謂スモークリミットを行う。なお、スモークが発生する可能性が無い場合は、そのまま、第1NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t1</sub>を第2NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t2</sub>とする。これにより第2制御部42は第2NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t2</sub>を算出する。

[0034] 更に、内燃機関の運転状態が定常状態であるときには、NO<sub>x</sub>補正係数N<sub>cf</sub>を乗じて、第3NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t3</sub> (=N<sub>t2</sub>×N<sub>cf</sub>=N<sub>t2</sub>×N<sub>d</sub>/N<sub>c</sub>)を算出する。

[0035] そして、エンジン10の運転状態が加速状態にあるときは、スモークの発生を抑制するためのEGR制御で、エンジン10の運転状態(エンジン回転数N<sub>e</sub>や燃料噴射量q(若しくは負荷Q))に基づいて設定された第1NO<sub>x</sub>濃度目標値N<sub>t1</sub>を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期t<sub>f</sub>の遅延又は燃料噴射圧力P<sub>cr</sub>の低下の少なくとも一方を行うように構成される。なお、この燃料噴射圧力P<sub>cr</sub>の低下は、コモンレールシステムを使用している場合には、コモンレールの圧力を低下することで燃料噴射圧力P<sub>cr</sub>を低下させる。

[0036] また、加速状態であるときには、第2NO<sub>x</sub>濃度目標値N<sub>t2</sub>を第1NO<sub>x</sub>濃度目標値N<sub>t1</sub>のままとし、NO<sub>x</sub>補正係数N<sub>cf</sub>による補正を行わず、補正比率を1として、第3NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t3</sub>を算出する(N<sub>t3</sub>=N<sub>t2</sub>×1=N<sub>t2</sub>=N<sub>t1</sub>)。

[0037] このエンジン運転状態が定常状態であるか加速状態であるかは、例えば、このエンジン10を備えた車両の運転席に備えたアクセルペダル(図示しない)の開度A<sub>c</sub>の変化率ΔA<sub>c</sub>が予め設定又は算出される閾値ΔA<sub>c0</sub>を超えたときは加速状態であるとしたり、エンジン10の気筒11c内への燃料噴射量qの変化率Δqが予め設定又は算出される閾値Δq<sub>c</sub>を超えたときは

加速状態であるとしたりすることで判定できる。

[0038] また、燃料噴射時期  $t_f$  の遅延量  $\Delta t_f$  および燃焼噴射圧力  $P_{cr}$  の圧力低下量  $\Delta P_{cr}$  は、エンジン 10 の加速状態を示す指標、例えば、アクセル開度  $A_c$  の変化量  $\Delta A_c$  や燃料噴射量  $q$  の変化量  $\Delta q_c$  等に対して、予め実験的に求めてマップデータ等で記憶しておき、EGR制御時に加速状態が発生したときにこのマップデータを参照して算出する。

[0039] また、燃料噴射時期  $t_f$  の遅延および燃焼噴射圧力  $p_{cr}$  の圧力低下は一方のみでもよいが、組み合わせでもよく、組み合わせの場合の遅延量  $\Delta t_f$  と圧力低下量  $\Delta p_{cr}$  の最適な割合は実験的に設定してマップデータ化することができる。

[0040] なお、この燃料噴射時期  $t_f$  の遅延量  $\Delta t_f$  と燃焼噴射圧力  $p_{cr}$  の圧力低下量  $\Delta p_{cr}$  と、 $NO_x$  濃度  $N_t$  との関係については、図 3 の  $NO_x$  濃度目標値算出部 42 a の入出力関係で示すように、基準  $NO_x$  濃度  $N_{t0}$ 、シリンダ内酸素濃度を  $D$ 、基準シリンダ内酸素濃度を  $D_0$ 、燃料噴射時期を  $t_f$ 、基準燃料噴射量を  $t_{f0}$ 、燃料噴射圧力を  $P_{cr}$ 、基準燃料噴射圧力を  $P_{cr0}$ 、エンジン冷却水の水温を  $T_c$ 、基準水温を  $T_{c0}$ 、吸気マニホールド温度を  $T_i$ 、基準吸気マニホールド温度を  $T_{i0}$  とすると、遅延量  $\Delta t_f (= \theta_f - \theta_{f0})$ 、圧力低下量  $\Delta P_{cr} (= P_{cr} - P_{cr0})$ 、水温差  $\Delta T_c (= T_c - T_{c0})$  と、補正指数の  $\alpha_2$ 、 $\alpha_T$ 、補正係数の  $\beta_f$ 、 $\beta_{cr}$ 、 $\beta_c$  を用いて、(1) 式に示すような関係を用いる。なお、これらの補正指数の  $\alpha_2$ 、 $\alpha_T$ 、補正係数の  $\beta_f$ 、 $\beta_{cr}$ 、 $\beta_c$  は予め実験などにより設定される値である。

[0041] [数1]

$$N_t = N_{t0} \times \left( \frac{D}{D_0} \right)^{\alpha_2} \times \left( \frac{T_i}{T_{i0}} \right)^{\alpha_T} \times (\beta_c \times \Delta T_c - 1) \\ \times \exp(\beta_f \times \Delta t_f) \times (\beta_{cr} \times \Delta P_{cr} + 1) \quad (1)$$

[0042] つまり、この (1) 式では、 $NO_x$  濃度  $N_t$  は、基準  $NO_x$  濃度  $N_{t0}$  を

シリンダ内酸素濃度  $D$  による補正、吸気マニホールド温度（吸気温度）  $T_i$  による補正、エンジン冷却水の水温  $T_c$  による補正に加えて、燃料噴射時期  $t_f$  による補正と燃料噴射圧力（コモンレール圧力）  $P_{cr}$  による補正をすることで求められる。

[0043] 言い換えれば、 $NO_x$  濃度  $N_t$  を固定にした状態で、シリンダ内酸素濃度  $D$  が変化しても、遅延量  $\Delta t_f$  または圧力低下量  $\Delta p_{cr}$  の一方の変化又は両方の変化で対応できることを示しており、本実施の形態では、この（１）式の関係に基づいて、遅延量  $\Delta t_f$  または圧力低下量  $\Delta p_{cr}$  を設定する。

[0044] そして、第３制御部４３では、吸気圧力センサ２２及び吸気温度センサ２３の検出値を入力して、この第３  $NO_x$  目標値  $N_{t3}$  に対して、気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  を算出する。第４制御部４４で、この算出された気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  に対して、フィードフォワード制御（プリ制御）の目標値である基本制御量（プリ制御量）  $C_a$  を算出する。この基本制御量  $C_a$  の算出に際しても、内部  $EGR$  ガスを考慮することが好ましい。

[0045] なお、この第４制御部４４では、 $EGR$  バルブ１６の前後に設けた差圧センサ（図示しない）で検出した  $EGR$  バルブ１６の前後差圧、 $EGR$  バルブ１６の下流の  $EGR$  通路１４に設けた温度センサ（図示しない）で検出した  $EGR$  ガス  $G_e$  の温度等を用いて、より正確な  $EGR$  ガス  $G_e$  の流量と  $EGR$  バルブ１６の開度の関係を求めておくことが好ましい。

[0046] つまり、気筒内で発生する  $NO_x$  量に関係する気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  を、気筒内の排気ガス量と酸素濃度が、内部  $EGR$  ガスの排気ガス量と酸素濃度と、外部  $EGR$  ガスの排気ガス量と酸素濃度と決まることを利用して、気筒内の酸素濃度の目標値である気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  から、外部  $EGR$  の酸素濃度目標値  $D_{t0}$  を算出し、外部  $EGR$  における  $EGR$  ガス量  $G_e$  を算出して、この  $EGR$  ガス量  $G_e$  を供給できる  $EGR$  バルブ１６の開度をプリ制御量  $C_a$  とする。

[0047] また、それと並行して、第５制御部４５で、第３制御部４３で第３  $NO_x$  目標値  $N_{t3}$  に対して算出された気筒内酸素濃度目標値  $D_t$  と第１制御部４

1で算出された気筒内酸素濃度算出値 $D_c$ とを入力して、フィードバック制御（PID制御）の目標値である補正制御量 $C_b$ を算出する。そして、加算部47で、この基本制御量 $C_a$ と補正制御量 $C_b$ とを加算してバルブ制御量 $C$ を算出する。このバルブ制御量 $C$ でEGRバルブ16の開度を調整制御する。

[0048] 次に、上記の内燃機関のEGR制御システム40を用いた、本実施の形態の内燃機関のEGR制御方法について説明する。この内燃機関のEGR制御方法は、EGR通路14にEGRバルブ16を有して構成されるEGRシステム1を備えたエンジン（内燃機関）10で、EGRの $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ に対応する気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ に基づいて、EGRバルブ16の開度を制御する内燃機関のEGR制御方法であり、この内燃機関のEGR制御方法において、エンジン11の運転状態が加速状態にあるときは、スモークの発生を抑制するためのEGR制御で、 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期 $t_f$ の遅延又は燃料噴射圧力 $P_{cr}$ の低下の少なくとも一方を行う方法である。

[0049] 上記の構成の内燃機関のEGR制御システム40、エンジン（内燃機関）10、及び内燃機関のEGR制御方法によれば、エンジン10の運転状態が加速状態のときでも、 $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ の増加ではなく、燃料噴射時期 $t_f$ の遅延又は燃料噴射圧力 $P_{cr}$ の低下で、スモークの発生を回避するので、 $NO_x$ の排出量の増加を防止でき、排気ガス性能の悪化を抑制することができる。また、加速状態におけるEGR制御においても、定常時用に設定される $NO_x$ 濃度目標値 $N_{t1}$ を加速時用の $NO_x$ 濃度目標値に変更しないで済むので、定常状態のEGR制御と同じ制御で行うことができる。

[0050] 本出願は、2015年7月31日付で出願された日本国特許出願（2015-151752）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

### 産業上の利用可能性

[0051] 本発明の内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法によれば、エンジンの運転状態が加速状態でスモーク発生の抑制

のために、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を大きくすることなく、NO<sub>x</sub>排出量の増加を回避してEGRをすることができる点で有用である。

## 符号の説明

- [0052] 1 内燃機関のEGRシステム
  - 10 エンジン（内燃機関）
    - 11 エンジン本体
      - 11a 吸気マニホールド
      - 11b 排気マニホールド
      - 11c 気筒
    - 12 吸気通路
    - 13 排気通路
    - 14 EGR通路
    - 15 EGRクーラー
    - 16 EGRバルブ
  - 20 NO<sub>x</sub>濃度センサ
    - 21 吸気流量センサ（MAFセンサ）
    - 22 吸気圧力センサ
    - 23 吸気温度センサ
    - 24 排気ラムダセンサ（排気過剰率センサ）
  - 30 制御装置
  - 40、40X 内燃機関のEGR制御システム
    - 41 第1制御部
    - 42、42X 第2制御部
    - 43 第3制御部
    - 44 第4制御部
    - 45 第5制御部
    - 46 NO<sub>x</sub>補正部

## 4 7 加算部

A 新気

C EGRバルブの開度の制御量

C a EGRバルブの開度の基本制御量

C b EGRバルブの開度の補正制御量

D t 気筒内酸素濃度目標値

D c 気筒内酸素濃度算出値

G、G a 排気ガス

G e EGRガス

N C f NO<sub>x</sub>補正係数

S g 1 吸気系センサ群



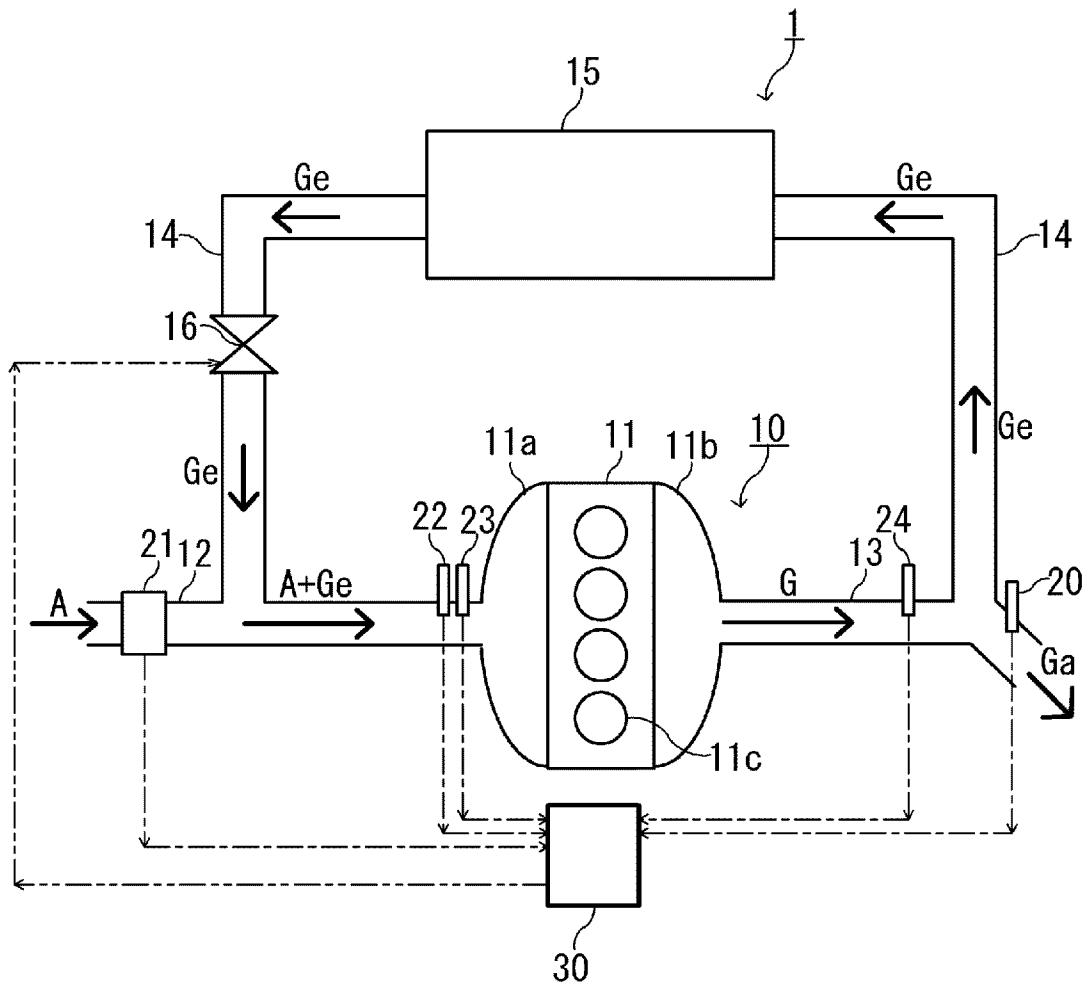
## 請求の範囲

- [請求項1] EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関を制御するEGR制御システムにおいて、EGRのNO<sub>x</sub>濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて前記EGRバルブの開度を制御する制御装置を備え、  
前記制御装置が、EGR制御中でエンジンの運転状態が加速状態にあるときは、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下の少なくとも一方を実行するように構成されたことを特徴とするEGR制御システム。
- [請求項2] 前記制御装置が、EGR制御中でエンジンの運転状態が加速状態にあるときは、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下の両方を行うように構成されたことを特徴とする請求項1に記載のEGR制御システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、エンジンの加速状態を示す指標と、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延量又は燃料噴射圧力の圧力低下量との関係を記憶したマップデータを参照して、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延量又は燃料噴射圧力の圧力低下量を算出することを特徴とする請求項1に記載のEGR制御システム。
- [請求項4] エンジンの加速状態を示す前記指標とは、アクセル開度の変化量と燃料噴射量の変化量の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項3に記載のEGR制御システム。
- [請求項5] 請求項1に記載のEGR制御システムを備えたことを特徴とする内燃機関。
- [請求項6] EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、EGRのNO<sub>x</sub>濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記EGRバルブの開度を制御する内燃機関の

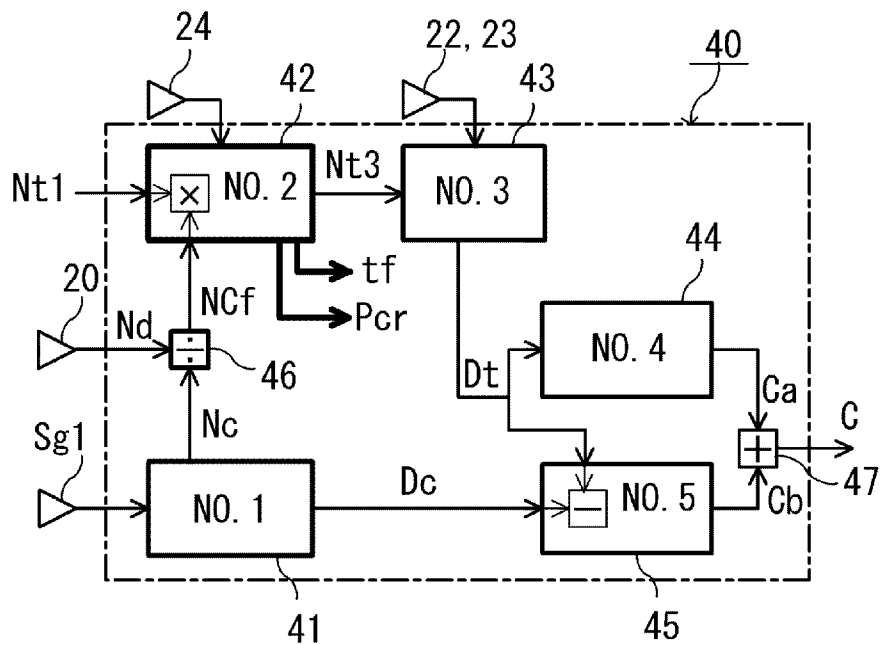
EGR制御方法において、

EGR制御中でエンジンの運転状態が加速状態にあるときは、エンジンの運転状態に基づいて設定されたNO<sub>x</sub>濃度目標値を増加させることなく、シリンダ内燃料噴射の燃料噴射時期の遅延又は燃料噴射圧力の低下の少なくとも一方を行うことを特徴とする内燃機関のEGR制御方法。

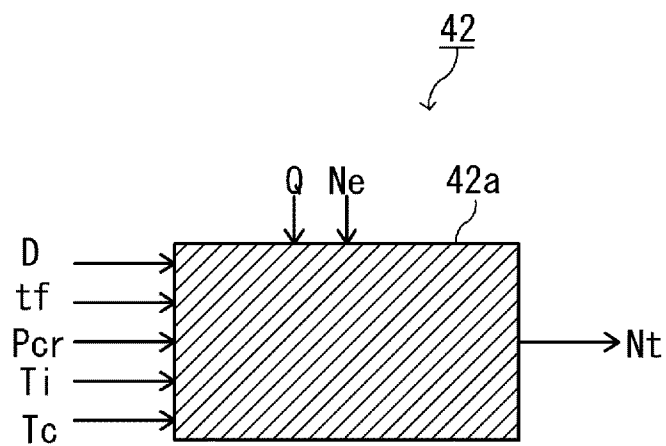
[図1]



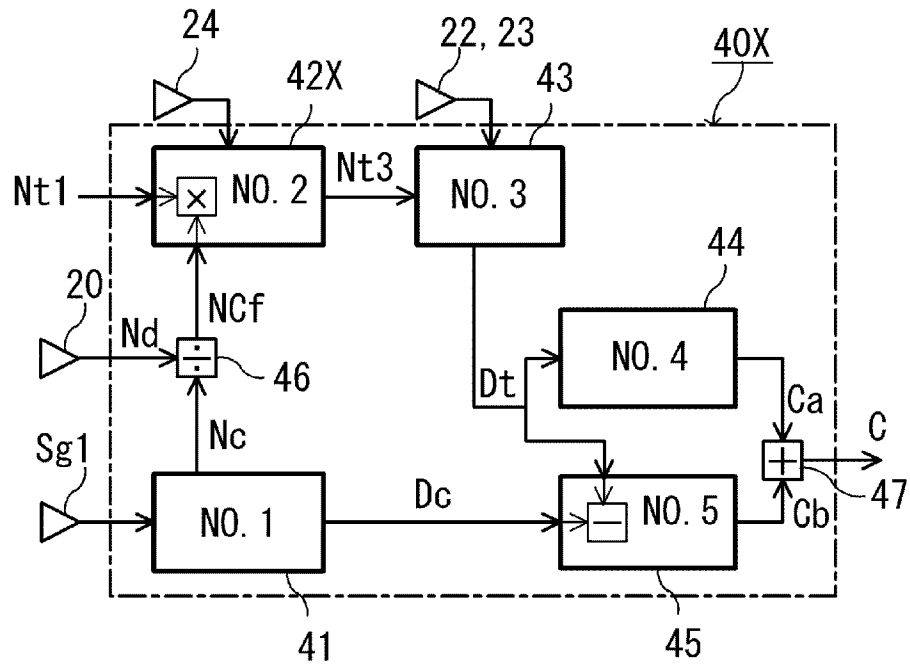
[図2]



[図3]



[図4]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/072196

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F02D21/08(2006.01)i, F02D41/02(2006.01)i, F02D41/10(2006.01)i, F02M26/00(2016.01)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)

F02D21/08, F02D41/02, F02D41/10, F02M26/00

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	JP 4-203453 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 24 July 1992 (24.07.1992), page 1, lower right column, line 3 to page 5, upper left column, line 20; fig. 1 to 16 (Family: none)	1-3, 5-6 4
Y	JP 11-287143 A (Denso Corp.), 19 October 1999 (19.10.1999), claim 9; paragraphs [0017], [0097], [0104] to [0105] (Family: none)	4
Y	JP 2000-110594 A (Denso Corp.), 18 April 2000 (18.04.2000), paragraph [0031] (Family: none)	4

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  
07 October 2016 (07.10.16)

Date of mailing of the international search report  
18 October 2016 (18.10.16)

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

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/072196

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-151761 A (Toyota Motor Corp.), 10 June 1997 (10.06.1997), paragraphs [0035], [0038]; fig. 7 to 8 (Family: none)	4
A	JP 11-36994 A (Mazda Motor Corp.), 09 February 1999 (09.02.1999), abstract; paragraph [0063]; fig. 10 & EP 892165 A2 abstract; page 8, column 14, line 49 to page 9, column 15, line 12; fig. 10	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D21/08(2006.01)i, F02D41/02(2006.01)i, F02D41/10(2006.01)i, F02M26/00(2016.01)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. F02D21/08, F02D41/02, F02D41/10, F02M26/00

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	1971-2016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	JP 4-203453 A（日産自動車株式会社）1992.07.24, 第1ページ右下欄第3行-第5ページ左上欄第20行, 図1-16（ファミリーなし）	1-3, 5-6 4
Y	JP 11-287143 A（株式会社デンソー）1999.10.19, 請求項9, 段落0017, 0097, 0104-0105（ファミリーなし）	4
Y	JP 2000-110594 A（株式会社デンソー）2000.04.18, 段落0031（ファミリーなし）	4

☑ 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

07.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

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）

戸田 耕太郎

3Z

9329

電話番号 03-3581-1101 内線 3395



C (続き) . 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
Y	JP 9-151761 A (トヨタ自動車株式会社) 1997. 06. 10, 段落 0035, 0038, 図 7-8 (ファミリーなし)	4
A	JP 11-36994 A (マツダ株式会社) 1999. 02. 09, 要約, 段落 0063, 図 10 & EP 892165 A2, 要約, 第 8 ページ第 14 欄第 49 行-第 9 ページ第 15 欄第 12 行, 図 10	1-6