

(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7月7日(07.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/145157 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 43/00 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/043629

(22) 国際出願日: 2021年11月29日(29.11.2021)

(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:
10 2020 216 593.9
2020年12月30日(30.12.2020) DE

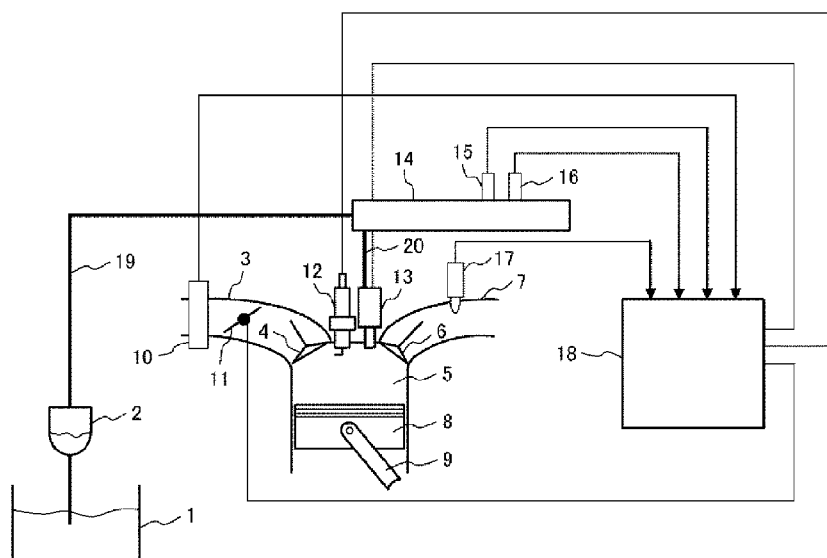
(71) 出願人: 日立 *A s t e m o* 株式会社(**HITACHI
ASTEMO, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: アエ マウ マウ(**AYE Maung Maung**);
85445 シュヴァイクーオーバーディング ロ
ー通り 2 8 テクノパーク I V 日立オート
モティブシステムズヨーロッパゲーエムベ
ーハー内 Schwaig-Oberding (DE). 安川 義人
(**YASUKAWA Yoshihito**); 85445 シュヴァイク
ーオーバーディング ロー通り 2 8 テクノパーク
I V 日立オートモティブシステムズヨーロッパ
ゲーエムベーハー内 Schwaig-Oberding (DE). 猿
渡 匡行(**SARUWATARI Masayuki**); 〒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).

(54) **Title:** INTERNAL COMBUSTION ENGINE CONTROL METHOD AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御方法とその制御装置

図 1



(57) **Abstract:** The present invention relates to a method and device for controlling an internal combustion engine configured to burn fuel including one or more fuel components. A sensor (15) measures at least two physical fuel parameters of fuel to be injected into the internal combustion engine. A control device (18) determines one or more fuel components of the fuel on the basis of the measured physical fuel parameters and a first prescribed dataset stored in the control device (18). The first prescribed dataset includes the physical fuel parameters for one or more fuel components. Further, the control device (18) determines a calorific value parameter of the injected fuel on the basis of the determined fuel component,

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目3番5号 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, 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))

and a second prescribed dataset which is stored in the control device and which includes calorific value fuel parameters for one or more fuel components. The control device (18) employs the determined calorific value parameter to determine the mass of fuel and the mass of air to be introduced into the internal combustion engine. The control device (18) controls a fuel injector (13) and an air measuring device (11) of the internal combustion engine on the basis of the determined fuel mass and air mass.

(57) 要約: 本発明は、1つ以上の燃料成分を含む燃料を燃焼させる構成の内燃機関を制御するための方法と制御装置に関する。センサ(15)は、内燃機関に噴射される燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定する。制御装置(18)は、測定された物理的燃料パラメータと、制御装置(18)に記憶された第1の所定のデータセットとに基づき、燃料の1つ以上の燃料成分を決定する。第1の所定のデータセットは、1つ以上の燃料成分の物理的燃料パラメータを含む。また、制御装置(18)は、決定された燃料成分と、制御装置に記憶され、1つ以上の燃料成分の熱量燃料パラメータを含む第2の所定のデータセットとに基づき、噴射される燃料の熱量パラメータを決定する。決定された熱量パラメータを使用することで、内燃機関に導入される燃料の質量と空気の質量が、制御装置(18)によって決定される。制御装置(18)は、決定された燃料の質量と空気の質量に基づき、内燃機関の燃料噴射器(13)と空気測定装置(11)を制御する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御方法とその制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、1つ以上の成分を含む燃料混合物を燃焼する構成を有する内燃機関の制御方法と、その制御装置に関する。

背景技術

[0002] 世界的な気候変動を減速させるためには、産業界と運送業界において二酸化炭素排出量の大幅な削減が必要となっている。電気駆動の利用が増えていることに加えて、長距離の移動を可能にするためには、車両には内燃機関が依然として必要とされている。

[0003] 必要な二酸化炭素削減を達成するためには、近い将来、内燃機関用のバイオ燃料及びいわゆる電気燃料が、重要な役割を果たすことになる。電気燃料は、再生可能エネルギー由来の水素を二酸化炭素と反応させることで生成される合成燃料である。このプロセスは、「power-to-x」として一般的に知られ、再生可能資源からのエネルギーを化学的な形態に変換して保存し、長期間にわたって貯蔵し利用する機会を提供するものである。「x」は、内燃機関で利用可能な任意のガス状及び液状の燃料を意味する。ガソリンエンジンで利用可能な液状電気燃料の一例としては、メタノール及びジメチルカーボネート（DMC）が挙げられる。これらの合成燃料は、将来、ガソリンスタンドにおいて、そのままの状態又は従来の燃料と混ぜ合わせて、提供されることが予想される。

[0004] なお、合成燃料は、ガソリンなどの従来の化石燃料と異なる燃料特性を有する。従来の内燃機関が、合成燃料又は燃料混合物を用いて適切な運転を確実に実行するためには、低位発熱量及び化学量論的空燃比などの、使用される燃料の熱量パラメータを決定することができる制御方法と制御装置が必要である。

[0005] 特許文献1には、燃料混合物の測定された屈折率を利用して、噴射される

燃料混合物の燃料噴射量を制御する燃料制御システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：US 2011/0166771 A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1で検討された燃料は、ガソリンとエタノールの混合燃料に限定されている。将来に予想される合成燃料の数を鑑みると、単に屈折率を測定するだけでは、可能性のある全ての種類の燃料と燃料混合物を決定するためには、精度として十分ではない。本明細書に開示される発明では、燃料混合物の成分を高精度で決定することができる、複数の物理的な燃料パラメータを考察する。

課題を解決するための手段

[0008] 本明細書に開示される発明の目的は、内燃機関において、合成燃料及び／又は従来の燃料の複数の燃料混合物を、高効率でかつ排気ガスの排出を低減して燃焼させることができる制御方法と制御装置を提供することである。この課題は、独立項に記載の発明により解決される。さらに好ましい実施の形態は、従属項に記載される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、様々な燃料成分を含む燃料混合物が供給される内燃機関の燃焼を制御するための制御システムの例を概略的に示す図である。

[図2]図2は、第1の所定のデータセットに含まれてもよく、また様々な燃料成分の物理的燃料パラメータを含んでもよいマップの例を概略的に示す図である。

[図3]図3は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴射と空気測定を制御する第1実施例を示すフローチャートである。

[図4]図4は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴

射と空気測定を制御する第2実施例を示すフローチャートである。

[図5]図5は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴射と空気測定を制御する第3実施例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

[0010] 本明細書に開示される発明は、内燃機関を制御する方法であって、内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射器を内燃機関が備えていてもよい。噴射された燃料は、1つ以上の燃料成分を含んでもよい。この1つ以上の燃料成分は、将来、そのままの状態で又は混合されて、ガソリンスタンドで入手可能になると予想される任意の既知の種類の合成燃料又は化石燃料であってもよい。ガソリンエンジン用の燃料成分の一例としては、ガソリン、エタノール、メタノール及びジメチルカーボネート（DMC）が挙げられる。

[0011] 内燃機関は、内燃機関に噴射される燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定するためのセンサと、燃料の温度を測定するための温度センサをさらに備えてもよい。また、内燃機関は、内燃機関に供給される空気を測定するための空気測定装置と、制御装置とを備えてもよい。

[0012] 上記のセンサは、燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定してもよい。また、制御装置は、測定された物理的燃料パラメータと、制御装置に記憶された第1の所定のデータセットに基づき、燃料の1つ以上の燃料成分を決定してもよい。上記のセンサにより測定される少なくとも2つの物理的燃料パラメータは、誘電率、濃度及び／又は動粘性率であってもよい。

[0013] 以下の表1に、様々な燃料成分の物理的燃料パラメータの一例を示す。特に、それぞれの燃料の誘電率が大きく異なることが明らかである。したがって、誘電率を測定することで、燃料成分を確実に検出することができる。

[0014]

[表1]

表 1

	化学式	誘電率 ϵ_r [-]	濃度 ρ [g/cm ³]	動粘性率 ν [mm ² /s]
ガソリン		1.95	0.75	0.53
DMC	C ₃ H ₆ O ₃	3.07	1.08	0.63
エタノール	C ₂ H ₅ OH	22.34	0.8	1.52
メタノール	CH ₃ OH	29.37	0.8	0.69

[0015] 検出精度を向上させるために、噴射される燃料の濃度及び動粘性率などの物理パラメータを追加で測定してもよい。

[0016] 上記のセンサは、音叉共振器が好ましい。これに代えて又はこれに加えて、上述した物理的燃料パラメータを検出するのに適した容量センサ又はその他の種類のセンサが使用可能である。

[0017] 第1の所定のデータセットは、測定された燃料パラメータに対応する、複数の燃料成分の物理的燃料パラメータを含んでもよい。例えば、ガソリン、ジメチルカーボネート（DMC）、メタノール及びエタノールの誘電率、濃度及び動粘性率が、第1の所定のデータセットに記憶されてもよい。さらに、第1の所定のデータセットは、前もって決められた各燃料成分を含む燃料混合物の物理パラメータを含んでもよい。燃料混合物の物理的燃料パラメータを前もって決める際には、データの精度を高めるために、各燃料成分の割合を少しずつ変化させる。一例として、ガソリン及びDMCの混合物の物理的燃料パラメータを決める際に、混合物の割合をガソリンが100%からDMCが100%まで0.1%刻みで変化させてもよい。これにより、考えられる燃料混合物それぞれの測定された物理的燃料パラメータから、燃料成分のそれぞれの割合を決定することが可能となる。

[0018] 制御装置は、さらに、決定された燃料成分と、制御装置に記憶された第2の所定のデータセットに基づき、噴射される燃料の熱量パラメータを決定し

てもよい。第2の所定のデータセットは、1つ以上の燃料成分の熱量燃料パラメータを含んでよい。好ましくは、第2の所定のデータセットに記憶された熱量パラメータは、燃料成分の低位発熱量、化学量論的空燃比及び濃度であってもよい。

[0019] 次に、制御装置は、決定された熱量パラメータを使用して、内燃機関に導入される燃料の質量と空気の質量を決定してもよい。一例として、ガソリンをエンジン適合のための基準燃料として利用する従来の内燃機関の場合には、所定の空燃比で特定のエンジン出力を達成するために必要とされる燃料と空気の分量に対して所定の値が、エンジン適合過程において測定され、また、エンジン制御装置の各マップに記憶される。

[0020] なお、表2に列挙された例示値から分かる通り、合成燃料は、ガソリンと異なる熱量パラメータを有する。

[0021] [表2]

表 2

	化学式	低位発熱量 H_u [kJ/kg]	化学量論的空燃比 L_{st} [-]
ガソリン		43.2	14.6
DMC	$C_3H_6O_3$	16.9	7.8
エタノール	C_2H_5OH	26.6	7.7
メタノール	CH_3OH	15.8	3.8

[0022] したがって、必要とされる燃料と空気の分量としての所定値は、噴射される燃料混合物の決定された燃料成分に適合する必要がある。例えば、燃料混合物が50%のガソリンと50%のDMCを含む場合には、混合物の低位発熱量 H_{u_gDMC} は、ガソリン単独の低位発熱量の約70%に過ぎない。エンジンパワーの損失を補うために、噴射される燃料の分量は、以下の式(1)に基づいて増加させる必要がある。

[0023]

[数1]

$$m_{gDMC} = \frac{H_{u\_g}}{H_{u\_gDMC}} * m_g \quad (1)$$

[0024] ここで、 m_{gDMC} は、噴射されるガソリンとDMCの燃料混合物の質量であり、 m_g は、ガソリンの所定の質量、 H_{u_g} は、ガソリンの低位発熱量であり、 H_{u_gDMC} は、ガソリンとDMCの混合物の低位発熱量である。

[0025] さらに、必要とされる空燃比を維持するためには、導入される空気の質量を、噴射される燃料混合物に適合させる必要がある。上に列挙した合成燃料は、一定パーセントの酸素を含むので、同じ燃料の質量に対して化学量論的空燃比を達成するために必要な空気が少ない。したがって、上述した燃料混合物を利用する場合に、一定の空燃比で必要なエンジン出力を得るためには、空気の割合を燃料の割合よりも少なく増加させる必要がある。

[0026] 上述した例は、ガソリンとDMCの混合物についての例である。なお、上述した効果が、式(1)を含め、1つ以上の燃料成分を含む任意の燃料混合物について当てはまることは、当業者には自明である。換言すれば、その他のいかなる標準燃料も、その他のいかなる合成燃料でも、ガソリン及びDMCに代えて利用可能である。

[0027] また、制御装置は、決定された質量の燃料と空気を内燃機関に導入するため、燃料噴射器と空気測定装置を制御してもよい。この制御は、噴射器と空気測定装置のそれぞれの制御マップを用いて実行することができ、これらの制御マップは、制御装置に保存することができる。

[0028] 本発明による方法のさらなる態様によると、第1の所定のデータセットの1つ以上の燃料成分の物理的燃料パラメータのそれぞれは、各燃料成分の温度の関数として制御装置に記憶されてもよい。燃料成分の物理的燃料パラメータは、燃料温度の差異により変化する。一例として、誘電率、濃度及び粘性率は、温度の上昇と共に低下する。このため、様々な環境条件下において、燃料成分を正確に決定するためには、物理的燃料パラメータを燃料温度の関数として記憶する必要がある。

[0029] 本発明による方法のさらなる態様によると、内燃機関に噴射される燃料の温度は、温度センサにより測定されてもよい。噴射される燃料の燃料成分を高精度で決定するため、現在の燃料温度を測定することで、第1の所定のデータセットに記憶された物理的燃料パラメータを正しく指定することが可能となる。換言すれば、燃料温度を直接測定することで、第1の所定のデータセット内の物理的燃料パラメータを正確な温度で決定することができる。

[0030] 本発明による方法のさらなる態様によると、燃料の1つ以上の燃料成分は、測定された物理的燃料パラメータを、測定された燃料の温度を考慮して、制御装置に記憶された第1の所定のデータセットの対応する物理的燃料パラメータと照合することで、決定できる。換言すれば、測定された物理的燃料パラメータは、現時点で測定された温度での記憶された物理的燃料パラメータと比較される。これにより、物理的燃料パラメータの温度依存性を考慮することができ、燃料成分を決定する精度を向上できる。

[0031] 本発明による方法のさらなる態様によると、内燃機関に噴射される燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータは、制御装置が外部サーバーから受信してもよい。好ましくは、外部サーバーは、ガソリンスタンドに設置されてもよく、加えられる燃料の物理的燃料パラメータを、無線接続を介して制御装置に送信してもよい。ガソリンスタンドから直接、物理的燃料パラメータを受信することで、上記のセンサが誤作動を起こした場合でも燃料成分を決定することができ、さらに、正常動作中に燃料成分を決定する精度を向上させることができる。

[0032] 本発明による方法のさらなる態様によると、内燃機関に噴射される燃料の熱量パラメータは、決定された燃料成分に対応する燃料成分の記憶された熱量パラメータを補間することによって決定されてもよい。換言すれば、例えば、噴射される燃料には第1割合のガソリンと第2割合のDMCが含まれると制御装置が決定した場合、燃料混合物の低位発熱量 H_{u_gDMC} は、ガソリンの記憶された低位発熱量 H_{u_g} とDMCの記憶された低位発熱量 H_{u_DMC} との間を、ガソリンとDMCの燃料成分 x_g 、 x_{DMC} の割合に従って補間することに

より算定される。化学量論的空燃比 L_{st} 及び／又は濃度 ρ も、同様にして決定することができる(以下の式(2)～(4)参照)。

[0033] [数2]

$$H_{u\_gDMC} = H_{u\_g} * X_g + H_{u\_DMC} * (1 - X_g) \quad (2)$$

[0034] [数3]

$$L_{st\_gDMC} = L_{st\_g} * X_g + L_{st\_DMC} * (1 - X_g) \quad (3)$$

[0035] [数4]

$$\rho_{gDMC} = \rho_g * X_g + \rho_{DMC} * (1 - X_g) \quad (4)$$

[0036] 本発明による方法のさらなる態様によると、決定された燃料の質量と決定された空気の質量のフィードバック制御が、測定された空気の質量と測定された空燃比を使用して、制御装置により実行されてもよい。空気の質量流量は、エアフロメーターにより測定されてもよく、空燃比は、酸素センサにより測定されてもよい。これにより、必要とされる燃料の質量と空気の質量をさらに精度良く決定でき、エンジンの高効率化と排気ガス排出の低減につながる。

[0037] 本発明による方法のさらなる態様によると、燃料噴射器の噴射時間は、測定された燃料温度を使用して、制御装置によって適宜調整されてもよい。燃料温度が燃料濃度に影響を及ぼすため、噴射時間を燃料温度の関数として適宜調整することで、燃料の質量を高精度で測定できる。

[0038] 本発明による方法のさらなる態様によると、内燃機関の点火タイミングは、決定された燃料成分に応じて、制御装置によって調整されてもよい。燃料混合物が高オクタン値を有する成分を含む場合には、点火タイミングを早めにしても、又は遅めにしてもよい。燃料混合物のオクタン価を算定するために、制御装置に記憶された第2の所定のデータセットには、燃料成分のオクタン価を含めてもよい。燃料混合物のオクタン価は、低位発熱量の算定と同じ態様により、例えば、補間により算定されてもよい。

[0039] 本明細書に開示される発明には、内燃機関を制御し、かつ上述した方法を実行するための制御装置が含まれていてもよい。好ましくは、この制御装置は、エンジン制御装置であってもよく、エンジン制御装置に組み込まれていてもよい。また、この制御装置は、エンジン制御装置から遠隔して設置された別個の装置であってもよい。

[0040] また、本明細書に開示される発明は、内燃機関に燃料を噴射するための燃料噴射装置を備える内燃機関をさらに含むことができる。燃料は、1つ以上の燃料成分を含んでもよい。この内燃機関は、内燃機関に噴射される燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定するためのセンサと、燃料の温度を測定するための温度センサと、内燃機関に供給される空気を測定するための空気測定装置と、上述した制御装置とを備えてもよい。空気測定装置は、スロットルバルブ及び／又は可変バルブトレインでもよい。

[0041] さらに、本明細書に開示される発明は、メモリに記憶可能なコンピュータプログラム製品を含んでもよい。このコンピュータプログラムは、コンピュータにより実行される場合には、上述した方法をコンピュータに実行させる指令を含む。

[0042] 以上を要約すると、本明細書に開示される発明では、あらゆる運転状況においても、様々な燃料混合物を内燃機関で効率的かつクリーンに燃焼させることができる。この目的を達成するために、1つ以上の燃料成分の物理パラメータが記憶された制御装置が使用され、この物理パラメータから現在使用されている燃料混合物の成分を導き出すことができる。

[0043] また、制御装置は、燃料成分の熱量を有し、これにより、エンジンに導入される燃料と空気の分量を正確に決定することができる。

[0044] 以下、添付の例示図を参照しつつ、少なくとも1つの好ましい実施の形態に基づき、本発明をさらに詳しく説明する。

[0045] 図1は、様々な燃料成分を含む燃料混合物が供給される内燃機関（以下、「エンジン」と略称する）の燃焼を制御するための制御システムの例を概略的に示す図である。図示された制御システムは、制御装置18を備える。制

御装置 18 は、エンジンに取り付けられた複数の動作主体を複数のエンジンセンサからの測定信号を使用して制御し、いかなる運転状況においてもエンジンが様々な燃料混合物を効率的かつクリーンに燃焼させることができるようにする。

[0046] 図示されたエンジンの燃料システムは、燃料タンク 1 を備える。燃料混合物は、燃料タンク 1 から燃料ポンプ（図示なし）により燃料レール 14 に供給される。燃料レール 14 は、制御装置 18 に電氣的に接続されたセンサ 15 と温度センサ 16 を備える。センサ 15 は、燃料混合物の誘電率、濃度及び／又は動粘性率などの物理的燃料パラメータを測定できる。測定された物理的燃料パラメータと測定された燃料温度に基づいて、制御装置 18 は、制御装置 18 に記憶された第 1 の所定のデータセットに基づいて、燃料混合物の燃料成分を決定する。噴射成分が損なわれないように、かつセンサ 15 の測定値が燃料汚染により間違った値を取らないように、燃料タンク 1 と燃料レール 14 との間の燃料パイプ 19 には、凝縮水分離器 2 が設置されている。制御装置 18 は、次に、燃料混合物の決定された成分に基づき、燃料混合物の低位発熱量とエンジン内に噴射される燃料混合物の分量を算定してもよい。また、制御装置 18 に電氣的に接続された燃料噴射器 13 の噴射時間は、温度センサ 16 の測定値に応じて、適宜調整されてもよい。

[0047] 図示の実施例において、燃料噴射器 13 は、燃料パイプ 20 を介して燃料レール 14 に接続されており、燃料混合物を燃焼室 5 内へ直接噴射する。燃料噴射器 13 は、エンジンの吸気システム 3 に取り付けられてもよい。さらに、図 1 に示すようにセンサ 15 と温度センサ 16 を燃料レール 14 に取り付ける代わりに、これらのセンサを、燃料タンク 1 と燃料レール 14 との間の燃料パイプ 19、又は燃料レール 14 と燃料噴射器 13 との間の燃料パイプ 20 の、別の位置に設置してもよい。

[0048] 図示されたエンジンの吸気システム 3 から、空気が吸気バルブ 4 を介して燃焼室 5 内へ吸引される。吸気システム 3 は、制御装置 18 に電氣的に接続されたエアフロメーター 10 と電子スロットルバルブ 11 を備える。電子ス

ロットルバルブ 11 の開口角度は、エンジン内へ噴射される決定された燃料混合物の分量と燃料混合物の空燃比に基づき、制御装置 18 により決定される。後者は、制御装置 18 に記憶された決定された燃料成分の空燃比を使用して算定してもよい。エアフロメーター 10 の測定値は、スロットルバルブ 11 のフィードバック制御のために使用してもよい。これに代えて又はこれに加えて、燃焼室 5 へ導入される空気を測定するために、可変バルブトレインを使用してもよい。

[0049] エンジンのピストン 8 は、連結ロッド 9 を介してクランクシャフト（図示なし）により駆動される。エンジンのピストン 8 がその上死点に近づくと、燃焼室 5 内の空気燃料混合物は、スパークプラグ 12 により点火される。スパークプラグ 12 は、点火コイル（図示なし）を介して、制御装置 18 に電氣的に接続されている。燃料混合物の決定された成分に応じて、空気燃料混合物の点火タイミングを適宜調整してもよい。燃料混合物が高オクタン価を有する成分を含む場合には、点火タイミングを早めにしても、又は遅めにしてもよい。制御装置に記憶された第 2 の所定のデータセットは、燃料混合物のオクタン価を算定するために、燃料成分のオクタン価を含んでもよい。

[0050] 燃焼排気ガスは、排気バルブ 6 を介して、燃焼室 5 から排気システム 7 へ排出される。図示された排気システム 7 には、酸素センサ 17 が取り付けられている。酸素センサ 17 は、制御装置 18 に電氣的に接続され、排気ガス内の残留酸素を測定してもよい。酸素センサ 17 の測定値は、噴射される燃料混合物のフィードバック制御のため使用されてもよい。

[0051] 以上を考慮すると、本実施例による制御システムは、あらゆる運転状況においても、内燃機関で様々な燃料混合物を効率的かつクリーンに燃焼できることが明らかである。この目的を達成するために、1 つ以上の燃料成分の物理パラメータが記憶され、これから現在使用されている燃料混合物の成分を導き出すことができる制御装置 18 が使用される。また、制御装置 18 は、燃料成分の熱量を使用し、これにより、エンジンに導入される燃料と空気の正確な分量を決定することができる。燃料と空気の測定精度を高めるために

、複数のセンサからの測定値が制御装置 18 に送信され、フィードバック制御が実行される。

[0052] 図 2 は、第 1 の所定のデータセットに記憶されてもよく、また様々な燃料成分の物理的燃料パラメータを含んでもよいマップの例を示す図である。第 1 の例として、マップが、異なる燃料温度におけるガソリンと DMC のパラメータである濃度 ρ_f と誘電率 ε_{rf} を示す例を説明する。このマップには、100%ガソリンという限界値と100%DMCという限界値の間に、ガソリンと DMC の混合物の値が小刻みに含まれている。これにより、分析対象の燃料の測定された濃度 ρ_f と測定された誘電率 ε_{rf} を記憶された値と比較することで、考えられる全ての混合物においてガソリンと DMC の割合を決定することが可能である。図示の例では、温度 65℃で測定された誘電率と濃度を照合することで、50%ガソリンと50%DMCの燃料混合物が決定される。

[0053] 第 2 の例として、マップが、異なる燃料温度での、未知の化石燃料成分（X 燃料）と任意の電気燃料成分（E 燃料）のパラメータである濃度 ρ_f と誘電率 ε_{rf} を示す例を説明する。第 2 の例によれば、マップは、100%X 燃料という限界値と100%E 燃料という限界値の間に、X 燃料と E 燃料の混合物の値が小刻みに含まれている。図示の例では、温度 80℃で測定された誘電率と濃度を照合することで、90%X 燃料と10%E 燃料の燃料混合物が決定される。これに代えて又はこれに加えて、マップは、各燃料成分とその混合物の動粘性率 ν_{kf} の値を含んでもよい。

[0054] 図 3 は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴射と空気測定を制御する第 1 実施例を示すフローチャートである。本制御方法が開始されると、センサ 15 の操作準備状況がチェックされる。センサ 15 がエラーを示す場合は、最寄りの整備工場に到達可能なセーフモードでエンジンが運転される（S300）。センサ 15 が操作準備状態にある場合は、ステップ S301 において、動粘性率 ν_{kf} 、濃度 ρ_f 及び誘電率 ε_{rf} などの噴射される燃料の物理パラメータが測定される。ステップ S302 では、これ

らのパラメータに基づき、図2に例示されたマップを使用して、燃料混合物の燃料成分が決定される。分析された燃料が100%のガソリンから成る場合は、所定の燃料と空気の分量の補正は不要であり、このため、それぞれの値は、エンジンマップから直接、導き出せる（S304とS305）。なお、分析された燃料が、燃料混合物から成る場合は、ステップS303において、燃料混合物の低位発熱量 H_u と化学量論的空燃比 $L_{s,t}$ が、例えば、式（1）と（2）を使用して決定される。必要とされるエンジン出力を達成するために、決定された熱量に基づいて、エンジンマップ内の燃料と空気の分量が調整される（S304とS305）。最後に、ステップS306において、燃料噴射器13、スロットルバルブ11及び／又は可変バルブトレイン（VVT）が制御され、決定された燃料と空気の分量を内燃機関へ導入する。

[0055] 図4は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴射と空気測定を制御する第2実施例を示す別のフローチャートである。図4に示すフローチャートのステップS400～ステップS406は、図3に示すフローチャートのステップS300～ステップS306に対応する。図4に示すフローチャートでは、図3に示すフローチャートと異なり、センサ15にエラーが発生した場合に問い合わせが実施され、ガソリンスタンドから受信した物理的燃料パラメータの有無が問い合わせられる。動粘性率 ν_{kf} 、濃度 ρ_f 及び誘電率 ϵ_{rf} などの物理的燃料パラメータが受信された場合には、センサ15がエラーを示したとしても、噴射される燃料の燃料成分を決定することができる。

[0056] 図5は、様々な燃料成分を含む燃料混合物を使用する内燃機関の燃料噴射と空気測定を制御する第3実施例を示すもう1つのフローチャートである。第3実施例は、ステップS501が第1実施例と異なる。ステップS501では、制御装置18は、ステップS502でのパラメータの測定に加えて、動粘性率 ν_{kf} 、濃度 ρ_f 及び誘電率 ϵ_{rf} などの物理的燃料パラメータをガソリンスタンドから受信する。追加されたステップS501によって、記憶されたマップに基づいて物理的燃料パラメータを精度良く決定するのを容易にす

る初期パラメータが提供され、制御装置 18 の燃料決定時間が短縮される。

[0057] 再度まとめると、本明細書に開示された発明は、あらゆる運転状況においても、様々な燃料混合物を内燃機関で効率的かつクリーンに燃焼させることができる。この目的を達成するために、1 つ以上の燃料成分の物理パラメータが記憶され、これから現在使用されている燃料混合物の成分を導き出すことができる制御装置が使用される。また、制御装置は、1 つ以上の燃料成分の熱量を有し、これにより、エンジンに導入される燃料と空気の分量を正確に決定することができる。

符号の説明

[0058] 1 …燃料タンク、2 …凝縮水分離器、3 …吸気システム、4 …吸気バルブ、5 …燃焼室、6 …排気バルブ、7 …排気システム、8 …ピストン、9 …連結ロッド、10 …エアフロメーター、11 …（電子）スロットルバルブ、12 …スパークプラグ、13 …燃料噴射器、14 …燃料レール、15 …センサ、16 …温度センサ、17 …酸素センサ、18 …制御装置、19、20 …燃料パイプ。

請求の範囲

[請求項1]

内燃機関に燃料を噴射するように構成されており前記燃料に1つ以上の燃料成分が含まれている燃料噴射器と、前記内燃機関に噴射される前記燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定するように構成されたセンサと、前記燃料の温度を測定するように構成された温度センサと、前記内燃機関に供給される空気を測定するように構成された空気測定装置と、制御装置とを備える内燃機関の制御方法であって、

前記センサによって、前記内燃機関に噴射される前記燃料の少なくとも2つの前記物理的燃料パラメータを測定するステップと、

測定された前記物理的燃料パラメータと、前記制御装置に記憶されており、測定された前記物理的燃料パラメータに対応する前記燃料成分の前記物理的燃料パラメータを含む第1の所定のデータセットとに基づき、前記燃料の前記燃料成分を決定するステップと、

決定された前記燃料成分と、前記制御装置に記憶されており、前記燃料成分の熱量燃料パラメータを含む第2の所定のデータセットとに基づき、噴射される前記燃料の熱量パラメータを決定するステップと、

決定された前記熱量パラメータを使用して、前記内燃機関に導入される前記燃料の質量と前記空気の質量を決定するステップと、

決定された前記燃料の質量と決定された前記空気の質量とに基づき、前記内燃機関の前記燃料噴射器と前記空気測定装置を制御するステップと、

を有することを特徴とする、内燃機関の制御方法。

[請求項2]

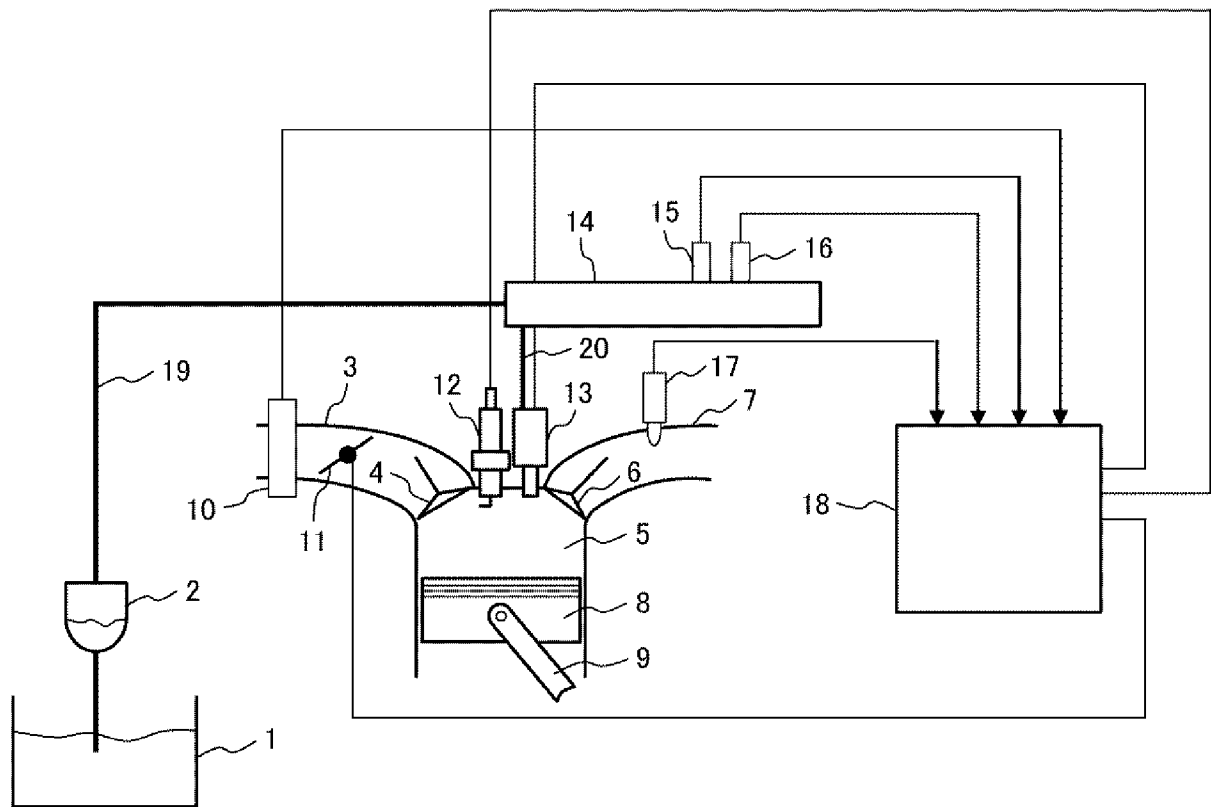
前記第1の所定のデータセットの前記燃料成分の前記物理的燃料パラメータのそれぞれは、それぞれの前記燃料成分の温度の関数として前記制御装置に記憶されていることを特徴とする、請求項1に記載の制御方法。

- [請求項3] 前記内燃機関に噴射される前記燃料の温度は、前記温度センサにより測定されることを特徴とする、請求項1または2に記載の制御方法。
- [請求項4] 前記燃料の前記燃料成分は、測定された前記燃料の温度を考慮して、測定された前記物理的燃料パラメータと前記制御装置に記憶された前記第1の所定のデータセットの対応する前記物理的燃料パラメータとを照合することで決定されることを特徴とする、請求項1から3のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項5] 前記内燃機関に噴射される前記燃料の少なくとも2つの前記物理的燃料パラメータは、前記制御装置によって外部サーバーから受信されることを特徴とする、請求項1から4のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項6] 前記燃料の前記熱量パラメータは、決定された前記燃料成分に対応する前記燃料成分の、記憶された前記熱量パラメータを補間することにより決定されることを特徴とする、請求項1から5のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項7] 決定された前記燃料の質量と決定された前記空気の質量のフィードバック制御が、測定された前記空気の質量と測定された空燃比を使用して、前記制御装置により実行されることを特徴とする、請求項1から6のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項8] 前記燃料噴射器の噴射時間は、測定された前記燃料の温度を使用して、前記制御装置により調整されることを特徴とする、請求項1から7のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項9] 前記内燃機関の点火タイミングは、決定された前記燃料成分に応じて、前記制御装置により調整されることを特徴とする、請求項1から8のいずれか1項に記載の制御方法。
- [請求項10] 請求項1から9のいずれか1項に記載の制御方法を実行し、内燃機関を制御する制御装置。

- [請求項11] 内燃機関に燃料を噴射するように構成されており、前記燃料に1つ以上の燃料成分が含まれている燃料噴射器と、
- 前記内燃機関に噴射される前記燃料の少なくとも2つの物理的燃料パラメータを測定するように構成されたセンサと、
- 前記燃料の温度を測定するように構成された温度センサと、
- 前記内燃機関に供給される空気を測定し、スロットルバルブと可変バルブトレインとの一方または両方で構成された空気測定装置と、
- 請求項10に記載の前記制御装置と、
- を備えることを特徴とする内燃機関。
- [請求項12] メモリに保存可能であり、コンピュータにより実行され、前記コンピュータに請求項1から9のいずれか1項に記載の制御方法を実行させる指令を含むコンピュータプログラム。

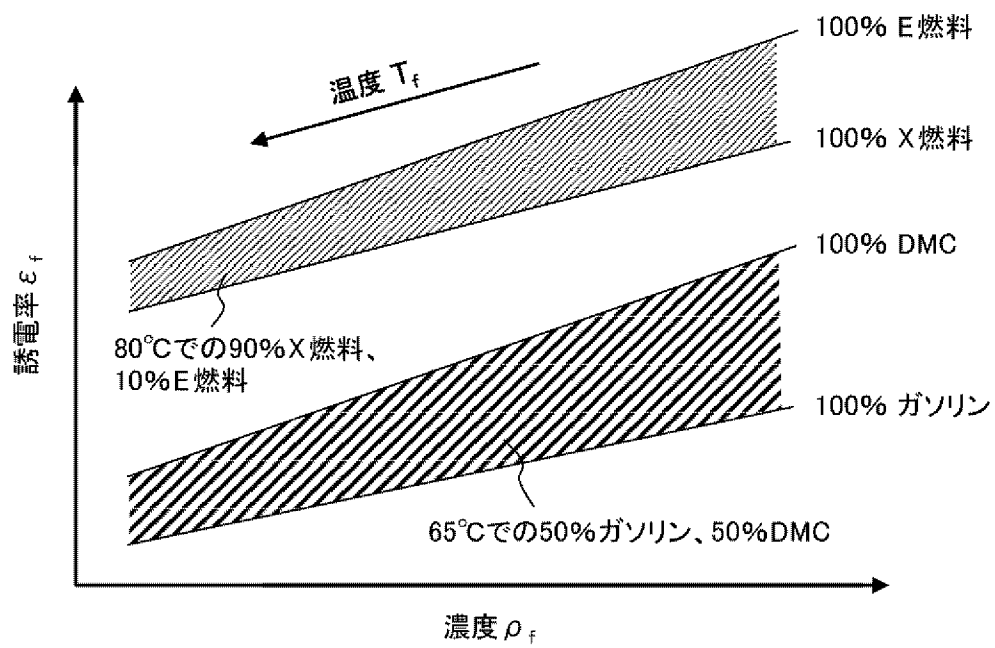
[図1]

図 1



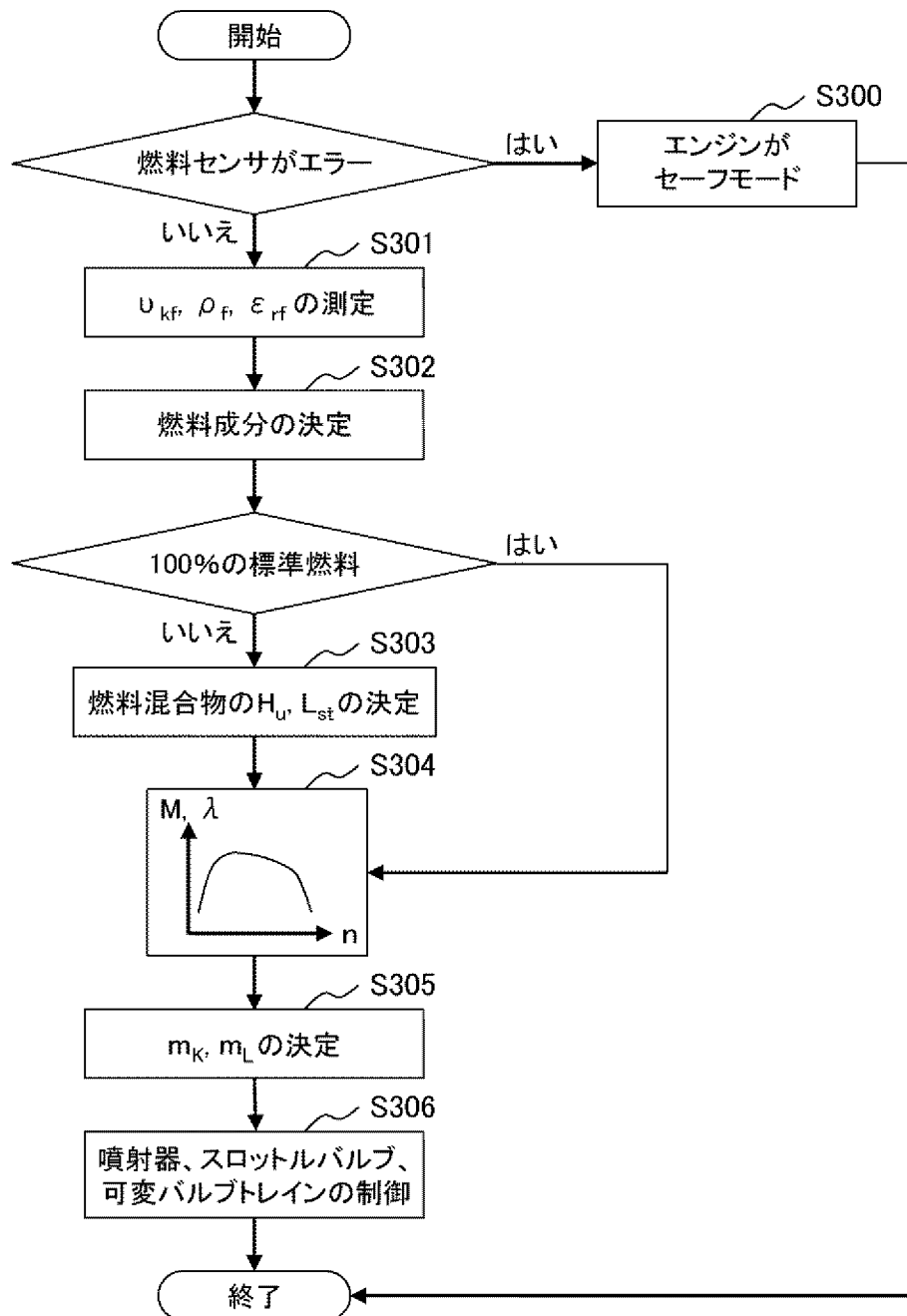
[図2]

図 2



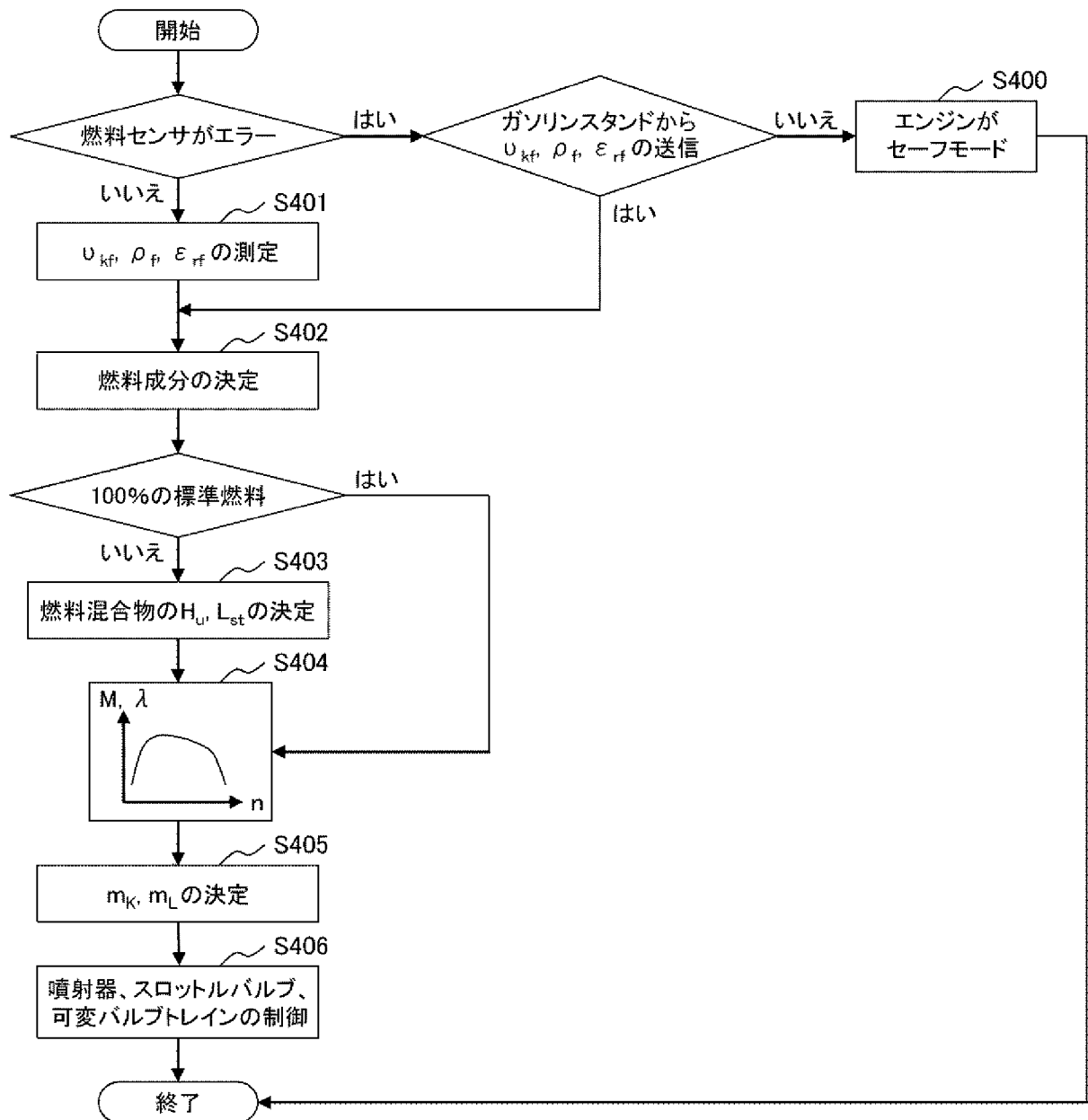
[図3]

図 3



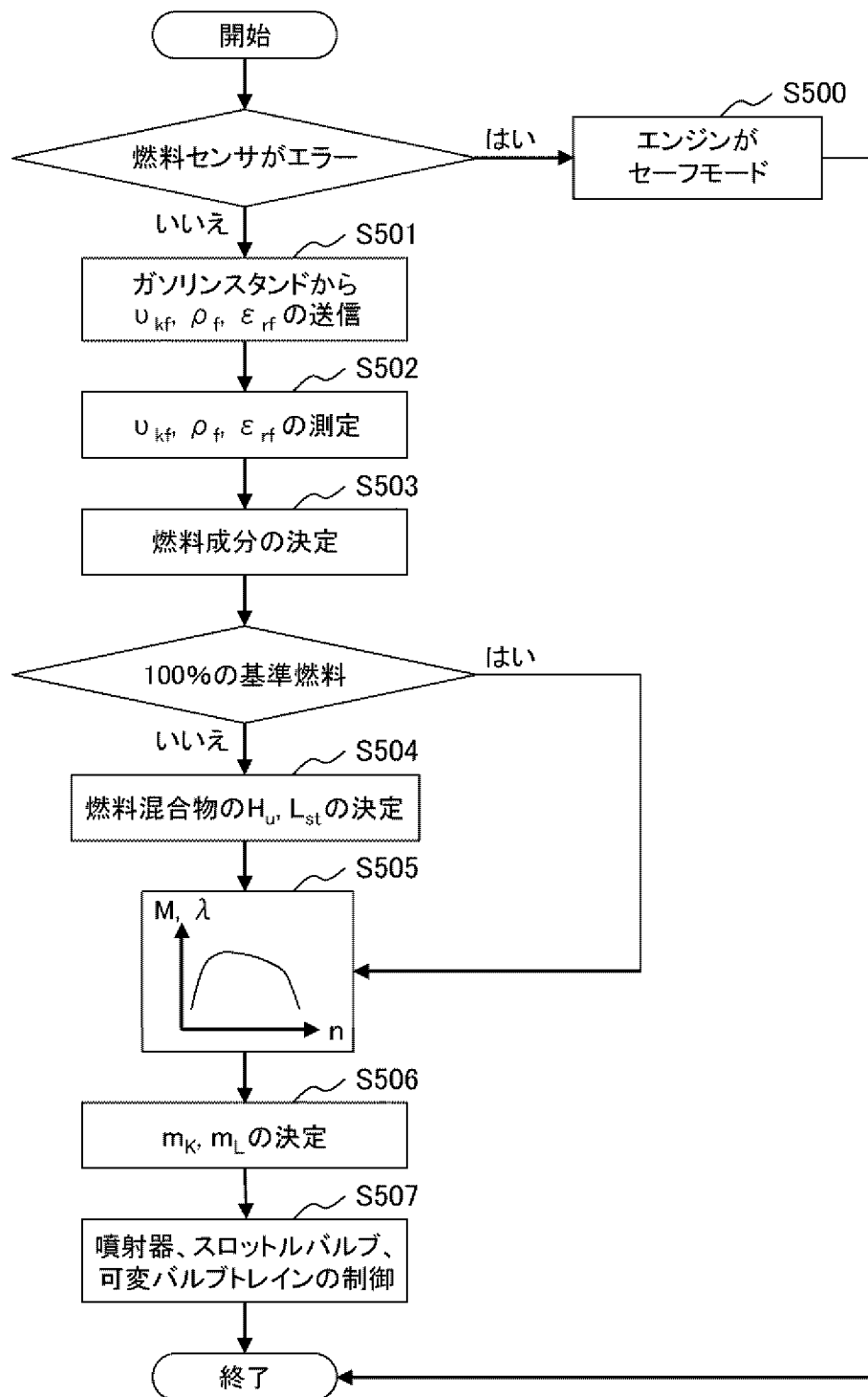
[図4]

図 4



[図5]

図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/043629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 43/00**(2006.01)i; **F02D 45/00**(2006.01)i

FI: F02D45/00 370; F02D45/00 376; F02D45/00 369; F02D45/00 360A; F02D45/00 368F; F02D45/00 366; F02D43/00 301H; F02D43/00 301B

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)

F02D43/00; F02D45/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2010/050017 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 May 2010 (2010-05-06) paragraphs [0010]-[0026], fig. 1-8	1-12
A	JP 2016-169660 A (DENSO CORP.) 23 September 2016 (2016-09-23) paragraphs [0010]-[0081], fig. 1-11	1-12
A	JP 2011-231747 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 17 November 2011 (2011-11-17) paragraphs [0029]-[0064], fig. 1-6	1-12

☐ 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

03 February 2022

Date of mailing of the international search report

15 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
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/JP2021/043629

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2010/050017	A1	06 May 2010	US 2011/0166771 A1 paragraphs [0013]-[0039], fig. 1-8	
JP	2016-169660	A	23 September 2016	DE 102016102529 A1	
JP	2011-231747	A	17 November 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02D 43/00(2006.01)i; F02D 45/00(2006.01)i FI: F02D45/00 370; F02D45/00 376; F02D45/00 369; F02D45/00 360A; F02D45/00 368F; F02D45/00 366; F02D43/00 301H; F02D43/00 301B														
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）） F02D43/00; 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 <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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2010/050017 A1（三菱電機株式会社）06.05.2010（2010-05-06） 段落0010-0026，図1-8</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-169660 A（株式会社デンソー）23.09.2016（2016-09-23） 段落0010-0081，図1-11</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-231747 A（トヨタ自動車株式会社）17.11.2011（2011-11-17） 段落0029-0064，図1-6</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2010/050017 A1（三菱電機株式会社）06.05.2010（2010-05-06） 段落0010-0026，図1-8	1-12	A	JP 2016-169660 A（株式会社デンソー）23.09.2016（2016-09-23） 段落0010-0081，図1-11	1-12	A	JP 2011-231747 A（トヨタ自動車株式会社）17.11.2011（2011-11-17） 段落0029-0064，図1-6	1-12
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	WO 2010/050017 A1（三菱電機株式会社）06.05.2010（2010-05-06） 段落0010-0026，図1-8	1-12												
A	JP 2016-169660 A（株式会社デンソー）23.09.2016（2016-09-23） 段落0010-0081，図1-11	1-12												
A	JP 2011-231747 A（トヨタ自動車株式会社）17.11.2011（2011-11-17） 段落0029-0064，図1-6	1-12												
☐ 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 “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 “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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 03.02.2022		国際調査報告の発送日 15.02.2022												
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） 戸田 耕太郎 3G 9329 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/JP2021/043629

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2010/050017	A1	06.05.2010	US 2011/0166771 A1 段落 0 0 1 3 - 0 0 3 9 , 図 1 - 8	
JP	2016-169660	A	23.09.2016	DE 102016102529 A1	
JP	2011-231747	A	17.11.2011	(ファミリーなし)	