

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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))

(57) 要約: コントロールユニット (21)は、燃料噴射弁 (11)のノズル先端に付着する燃料付着量の指標である燃料付着量指標値 (F)を、ノズル先端の温度 (Tinj)に応じたノズル先端温度指標値 (f0)を用いて算出する。ノズル先端温度指標値 (f0)は、燃料噴射弁 (11)のノズル先端の温度 (Tinj)が所定温度 (A)以上の場合、ノズル先端の温度 (Tinj)が高くなるほどノズル先端に付着した燃料量が少なく算出されるような特性を有する。これによつて、ノズル先端に付着する燃料付着量を精度良く推定できる。

明 細 書

発明の名称：

燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量の推定方法、燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法及び燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量の推定方法、燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法及び燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1には、燃料噴射弁の先端温度に応じて燃料噴射弁の先端に付着したデポジット量を算出し、算出したデポジット量に応じて燃料噴射量を補正する技術が開示されている。

[0003] しかしながら、特許文献1においては、燃料を噴射した際に燃料噴射弁のノズル先端を濡らす燃料量、すなわち燃料噴射弁のノズル先端に付着する燃料（Tip-wet）に関する考慮はなされていない。

[0004] 燃焼室に燃料を直接噴射する燃料噴射弁の場合には、燃焼時にノズル先端が火炎の影響を受けやすい。そのため、燃焼室に燃料を直接噴射する燃料噴射弁においては、ノズル先端に付着した燃料に起因して生成される排気微粒子（Particulate Matter）によって排気性能が悪化する虞がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-257917号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、燃焼室内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁のノズル先端に付着

する燃料量をノズル先端の温度に応じた温度指標値 f_0 を用いて算出する。
上記温度指標値 f_0 は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が所定温度 A 以上の場合、ノズル先端の温度が高くなるほどノズル先端に付着した燃料量が少なく算出されるような特性を有する。

[0007] これによって、燃料噴射弁のノズル先端に付着する燃料付着量は、温度指標値 f_0 を用いることで精度良く推定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明が適用される内燃機関の燃焼室周辺の概略を模式的に示した説明図。

[図2]ノズル先端温度指標値 f_0 の特性図。

[図3]吸気圧指標値 f_1 の特性図。

[図4]機関回転数指標値 f_2 の特性図。

[図5]燃料圧力指標値 f_3 の特性図。

[図6]冷却水温度指標値 f_4 の特性図。

[図7]点火時期指標値 f_5 の特性図。

[図8]燃料噴射時期指標値 f_6 の特性図。

[図9]噴射回数指標値 f_7 の特性図。

[図10]実施例における内燃機関の制御の流れを示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明が適用される内燃機関1の燃焼室2周辺の概略を模式的に示した説明図である。なお、図1は、便宜上、1つの気筒についてのみ記しているが、内燃機関1は単気筒であっても多気筒であってもよい。

[0010] 内燃機関1は、筒内直接噴射式火花点火内燃機関であって、駆動源等として自動車等の車両に搭載されるものである。

[0011] 内燃機関1は、吸気通路3と排気通路4とを有している。吸気通路3は、吸気弁5を介して燃焼室2に接続されている。排気通路4は、排気弁6を介して燃焼室2に接続されている。排気通路4には、三元触媒等の排気触媒が

設けられている。

[0012] また、内燃機関 1 は、シリンダヘッド 7 と、シリンダブロック 8 と、シリンダブロック 8 のシリンダ 9 内を往復動するピストン 10 と、燃焼室 2 内（筒内）に燃料を直接噴射する燃料噴射弁 11 と、を有している。

[0013] ピストン 10 は、コネクティングロッド 12 を介して図示せぬクランクシャフトと連結されている。

[0014] 燃料噴射弁 11 は、ノズル先端に複数の噴射口（図示せず）を有している。燃料噴射弁 11 から噴射された燃料は、燃焼室 2 内で点火プラグ 13 により点火される。

[0015] 燃料噴射弁 11 の燃料噴射量、燃料噴射弁 11 の燃料噴射時期 I_T 、点火プラグ 13 の点火時期 I_{GN} 、燃料噴射弁 11 に供給される燃料の圧力等は、制御部としてのコントロールユニット 21 によって制御される。

[0016] 上記燃料噴射時期 I_T とは、吸気、圧縮、膨張、排気からなる 1 つの燃焼サイクルにおいて、燃料噴射弁 11 が燃料噴射を開始するタイミングである。

[0017] なお、本発明は、1 燃焼サイクルあたりに必要な燃料量を 1 回で噴射するものや、1 燃焼サイクルあたりに必要な燃料量を複数回に分けて噴射するものに適用可能である。

[0018] 燃料噴射弁 11 の燃料噴射量、上記燃料噴射時期 I_T 及び上記点火時期 I_{GN} は、内燃機関 1 の運転条件（機関運転条件）に応じて制御される。

[0019] コントロールユニット 21 は、CPU、ROM、RAM 及び入出力インターフェースを備えた周知のデジタルコンピュータである。

[0020] コントロールユニット 21 には、吸入空気量を検出するエアフローメータ 22、クランクシャフトのクランク角を検出するクランク角センサ 23、アクセルペダルの踏込量を検出するアクセル開度センサ 24、内燃機関 1 の冷却水温度 T_w を検出する水温センサ 25、圧力センサ 26、燃料圧力 P_{fuel} を検出する燃料圧センサ 27、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} を検出する温度センサとしてのノズル先端温度センサ 28 等の各種セン

サ類の検出信号が入力されている。

- [0021] コントロールユニット 21 は、アクセル開度センサ 24 の検出値を用いて、内燃機関 1 の要求負荷（エンジン負荷）が算出する。
- [0022] また、コントロールユニット 21 は、クランク角センサ 23 の検出値を用いて、内燃機関 1 の始動後の燃焼サイクル数を算出する。
- [0023] エアフローメータ 22 は、温度センサを内蔵したものであって、吸気温度を検出可能なものである。
- [0024] クランク角センサ 23 は、内燃機関 1 の機関回転数 N_e を検出可能なものである。
- [0025] 圧力センサ 26 は、例えば、インテークマニホールド内における吸気通路 3 の吸気圧 $B o o s t$ を検出するものである。なお、圧力センサ 26 としては、例えば、燃焼室 2 内の圧力を直接検出するものであってもよい。
- [0026] 燃料圧センサ 27 は、燃料噴射弁 11 に供給される燃料の圧力（燃料圧力 $P_{f u e l}$ ）を検出するものである。燃料噴射弁 11 は、上記燃料圧力 $P_{f u e l}$ が高くなるほど、噴射される燃料の圧力が高くなる。
- [0027] ノズル先端温度センサ 28 は、ノズル先端温度検出部に相当するものである。なお、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 $T_{i n j}$ は、例えば、燃料噴射弁 11 に供給される燃料の温度と、燃焼室 2 内のガス温度等から推定することも可能である。すなわち、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 $T_{i n j}$ は、上述した特許文献 1 等の開示される既知の方法で推定することも可能である。
- [0028] コントロールユニット 21 は、各種センサ類の検出信号に基づいて、燃料噴射弁 11 の燃料噴射量、上記燃料噴射時期 $I T$ 及び上記点火時期 $I G N$ 等を最適に制御している。
- [0029] ここで、燃料噴射弁 11 は、燃焼室 2 に燃料を直接噴射するものであるため、ノズル先端が燃焼の際の火炎の影響を受けやすい。従って、内燃機関 1 においては、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料に起因する排気微粒子（*Particulate Matter*）の低減が課題となる。なお

、本願明細書において、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料とは、燃料噴射弁 11 から噴射された燃料のうち、燃焼の際に燃料噴射弁 11 のノズル先端の外側を濡らしている燃料（Tip-wet）である。

[0030] この燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料には、燃料噴射弁 11 のノズル先端の内側の図示せぬサック部内から燃料噴射弁 11 の閉弁後に外部に滲み出たものも含まれる。上記サック部は、燃料噴射弁 11 の弁体（図示せず）の先端がノズルボディ 11 a の内部に形成されたテーパ面（図示せず）に着座した際に、当該弁体の先端と燃料噴射弁 11 のノズル先端の噴射口との間に形成される内部空間である。燃料噴射弁 11 は、燃料噴射弁 11 の上記弁体（例えばニードル弁）の先端がノズルボディ 11 a の上記テーパ面から離間すると燃料を噴射する。

[0031] 燃料噴射弁 11 のノズル先端にデポジットが付着していない初期状態では、燃料が噴射されると、燃料噴射弁 11 のノズル先端に噴射された燃料の一部が付着する。すなわち、燃料噴射弁 11 のノズル先端にデポジットが付着していない初期状態では、燃料が噴射されると、燃料噴射弁 11 のノズル先端が噴射された燃料の一部によって濡れた状態となる。

[0032] 燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着している燃料は、燃焼の火炎により焼かれると、一部が噴射口周りでデポジットとなり堆積するとともに、残りが排気微粒子となってして排気中に放出される。ここで、本願明細書におけるデポジットとは、噴射された燃料等の一部が固形化した多孔質の堆積物である。

[0033] 次のサイクルでは、燃料が噴射されると、同様に燃料噴射弁 11 のノズル先端に燃料が付着することになるが、デポジットに燃料がしみ込むことになる。そのため、燃料噴射弁 11 は、噴射口周りに直前のサイクルのときよりも多くの燃料が存在することとなる。

[0034] 従って、燃焼室 2 に燃料噴射弁 11 で燃料を直接噴射する内燃機関 1 では、燃焼室 2 内に燃料を噴射して燃焼させる毎に、噴射口周りのデポジットの堆積量が増加するとともに、排気中の排気微粒子が増加する虞がある。

- [0035] ここで、燃料噴射弁 11 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が高いほど噴霧が広がるため、噴射口周りに燃料が広がりやすくなり、ノズル先端に燃料が付着しやすくなる。つまり、燃料噴射弁 11 は、噴射する燃料の温度が上昇するほど噴霧が広がるため、噴射口周りに燃料が広がりやすくなり、ノズル先端に燃料が付着しやすくなる。燃料噴射弁 11 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が高いほど噴射する燃料の温度が高くなる。
- [0036] そして、燃料噴射弁 11 は、噴射する燃料の噴霧の広がり（噴射角度）がさらに大きくなると、噴射された噴霧の気化性能が悪化する。
- [0037] これは、燃料噴射弁 11 のノズル先端に形成された複数の噴射口から噴射された燃料噴霧が互いに干渉しあい、複数の噴霧が 1 本の太い噴霧となるためである。その結果、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）がさらに多くなる。
- [0038] しかしながら、燃料噴射弁 11 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が高温になるほど、燃料がノズル先端に付着しても蒸発しやすくなる。
- [0039] すなわち、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A（例えば、概ね 90℃）以上となる温度領域では、ノズル先端の温度が高くなるほど、ノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が減少する。
- [0040] これは、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以上の高温となると、ノズル先端から蒸発する燃料量が、噴射の際にノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）よりも多くなるためと考えられる。
- [0041] そこで、コントロールユニット 21 は、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）の指標（Tip-wet-INDEX）である燃料付着量指標値 F を、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} と内燃機関 1 の運転状態とに応じて算出する。換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）を、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} と内燃機関 1 の運転状態とに応じて推定する。
- [0042] 燃料付着量指標値 F は、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端

に付着する燃料量（燃料付着量）と相関関係にある値である。燃料付着量指標値 F は、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が多いほど大きな値となり、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が少ないほど小さい値となる。

[0043] 燃料付着量指標値 F は、例えば、所定の係数を乗じることで、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）に換算可能な値であってもよい。

[0044] つまり、燃料を噴射した際に燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）は、燃料付着量指標値 F を用いて推定可能である。

[0045] 燃料付着量指標値 F は、具体的には、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} に応じたノズル先端温度指標値 f_0 （温度指標値 f_0 ）と、内燃機関 1 の運転状態に応じた各種指標値 $f_1 \sim f_7$ を用いて算出される。詳述すると、燃料付着量指標値 F は、ノズル先端温度指標値 f_0 に、各種指標値 $f_1 \sim f_7$ を乗じることによって算出される。つまり、コントロールユニット 21 は、燃料付着量推定部に相当する。なお、ノズル先端温度指標値 f_0 及び各種指標値 $f_1 \sim f_7$ は、例えば「1」とよりも大きい値として与えられる。

[0046] ノズル先端温度指標値 f_0 は、例えば図 2 に示すように、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度 T_{inj} に対して放物線状の特性を有している。すなわち、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A （例えば 90°C ）以上の場合には、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど小さくなるよう設定されている。

[0047] また、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A （例えば 90°C ）以下の場合には、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど大きくなるよう設定されている。

[0048] つまり、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以上の場合、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど燃料付着量指

標値 F が小さな値として算出されるような特性を有している。すなわち、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以上の場合、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が少なく算出されるような特性を有している。

[0049] また、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以下の場合、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。すなわち、ノズル先端温度指標値 f_0 は、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以下の場合、ノズル先端の温度 T_{inj} が高くなるほど燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が多く算出されるような特性を有している。

[0050] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以上の場合、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度が高くなるほど燃料付着量指標値 F が小さな値となるよう補正する。また、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、ノズル先端の温度 T_{inj} が所定温度 A 以下の場合、燃料噴射弁 11 のノズル先端の温度が高くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0051] 燃料付着量指標値 F は、ノズル先端温度指標値 f_0 が大きくなるほど大きくなる。

[0052] これによって、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料量（燃料付着量）は、ノズル先端温度指標値 f_0 を用いることで精度良く推定することができる。

[0053] また、燃料付着量指標値 F は、ノズル先端温度指標値 f_0 を用いることで精度良く算出することができる。そのため、内燃機関 1 は、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料量（燃料付着量）に起因する PN (Particulate Number) の排出を低減させるように精度良く制御する。

ことが可能となる。

[0054] 吸気圧指標値 f_1 は、例えば図3に示すように、上記吸気圧 B_{oost} が高いとき小さい値となり、上記吸気圧 B_{oost} が大気圧よりも低い所定値以下の場合に急激に大きな値となるような特性を有している。詳述すると、吸気圧指標値 f_1 は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以上の領域において上記吸気圧 B_{oost} が小さくなるほど小さな値となっている。また、吸気圧指標値 f_1 は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以上の領域において総じて小さい値となっている。そして、吸気圧指標値 f_1 は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以下の領域において上記吸気圧 B_{oost} が小さくなるほど急激に大きな値となっている。

[0055] つまり、吸気圧指標値 f_1 は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以上の領域では、上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど燃料付着量指標値 F が小さい値として算出されるような特性を有している。また、吸気圧指標値 f_1 は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以下の領域では、上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど燃料付着量指標値 F が急激に大きな値として算出されるような特性を有している。

[0056] 換言すれば、コントロールユニット21は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以上の領域では、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど燃料付着量指標値 F が小さい値となるよう補正する。また、コントロールユニット21は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以下の領域では、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど燃料付着量指標値 F が急激に増加するよう補正する。

[0057] 燃料付着量指標値 F は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以下となる領域では、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値よりも大きい領域に比べて、上記吸気圧 B_{oost} の変化に対する感度が相対的に大きくなる。

[0058] 燃料噴射弁11から噴射された燃料は、背圧（上記吸気圧 B_{oost} ）が低いほど気化しやすい。つまり、燃料噴射弁11から噴射された燃料は、上

記吸気圧 B_{oost} が低いほど液相から気相へとなりやすい。そのため、上記吸気圧 B_{oost} のみに着目すれば、燃料噴射弁 11 から噴射された燃料は、上記吸気圧 B_{oost} が低いほど燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着しにくくなる。

[0059] 一方、上記吸気圧 B_{oost} が低くなって燃料噴射弁 11 から噴射された燃料の気化が促進されると、燃料噴射弁 11 は、噴射口から噴射された燃料の噴霧の広がり（噴射角度）が大きくなる。また、上記吸気圧 B_{oost} が低くなって減圧沸騰が生じると、燃料噴射弁 11 は、噴射口から噴射された燃料の噴霧の広がり（噴射角度）がさらに大きくなる。つまり、上記吸気圧 B_{oost} が低下して噴射された燃料が減圧沸騰する条件では、噴射された燃料の気化は促進されるものの、噴射された燃料の噴霧の広がり（噴射角度）が拡大してそれぞれの噴霧が互いに干渉するため、総じて燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）が多くなる。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以上の領域において上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど小さくなる。また、燃料付着量指標値 F は、上記吸気圧 B_{oost} が上記所定値以下の領域において上記吸気圧 B_{oost} が低くなるほど急激に大きくなる。

[0060] 従って、燃料付着量指標値 F は、上記吸気圧 B_{oost} に応じた吸気圧指標値 f_1 を用いることで一層精度良く算出することができる。

[0061] つまり、燃料付着量指標値 F は、上記吸気圧 B_{oost} を考慮することで、一層精度良く算出することができる。

[0062] なお、吸気圧指標値 f_1 は、燃焼室 2 内の圧力が高いとき小さい値となり、燃焼室 2 内の圧力が大気圧よりも低い所定値以下の場合に急激に大きな値となるような特性を有するものであってもよい。詳述すると、吸気圧指標値 f_1 は、燃焼室 2 内の圧力が上記所定値以上の領域では総じて小さい値となり、かつ燃焼室 2 内の圧力が上記所定値以上の領域では燃焼室 2 内の圧力が低くなるほど小さな値となるような特性を有するものであってもよい。そして、吸気圧指標値 f_1 は、燃焼室 2 内の圧力が上記所定値以下の領域では、

燃焼室 2 内の圧力が低くなるほど急激に大きな値となるような特性を有するものであってもよい。

[0063] 機関回転数指標値 f_2 は、例えば図 4 に示すように、上記機関回転数 N_e が高くなるほど大きくなるような特性を有している。

[0064] つまり、機関回転数指標値 f_2 は、上記機関回転数 N_e が高くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。

[0065] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記機関回転数 N_e が高くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0066] 内燃機関 1 は、上記機関回転数 N_e が高くなるほど、燃料噴射弁 11 で燃料を噴射してから点火されるまでの間隔が短くなる。つまり、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料は、上記機関回転数 N_e が高くなるほど、気化可能な時間（乾く時間）が短くなる。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記機関回転数 N_e が高くなるほど大きくなる。

[0067] 従って、燃料付着量指標値 F は、上記機関回転数 N_e に応じた機関回転数指標値 f_2 を用いることで精度良く算出することができる。

[0068] つまり、燃料付着量指標値 F は、上記機関回転数 N_e を考慮することで、一層精度良く算出することができる。

[0069] 燃料圧力指標値 f_3 は、例えば図 5 に示すように、上記燃料圧力 P_{fuel} が高くなるほど小さくなるような特性を有している。

[0070] つまり、燃料圧力指標値 f_3 は、上記燃料圧力 P_{fuel} が小さくなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。

[0071] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記燃料圧力 P_{fuel} が小さくなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0072] 燃料噴射弁 11 から噴射される燃料は、上記燃料圧力 P_{fuel} が高くなるほど高くなる。そして、燃料噴射弁 11 から噴射される燃料は、燃料噴射

弁 1 1 から噴射される燃料の圧力が高くなるほど気化しやすい。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記燃料圧力 P_{fuel} が高くなるほど小さくなる。

[0073] 従って、燃料付着量指標値 F は、上記燃料圧力 P_{fuel} に応じた燃料圧力指標値 f_3 を用いることで精度良く算出することができる。

[0074] つまり、燃料付着量指標値 F は、上記燃料圧力 P_{fuel} を考慮することで、一層精度良く算出することができる。

[0075] 冷却水温度指標値 f_4 は、例えば図 6 に示すように、上記冷却水温度 T_w が高くなるほど小さくなるような特性を有している。

[0076] つまり、冷却水温度指標値 f_4 は、上記冷却水温度 T_w が低くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。

[0077] 換言すれば、コントロールユニット 2 1 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記冷却水温度 T_w が低くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0078] 内燃機関 1 は、上記冷却水温度 T_w が高くなるほど温度が高い。つまり、燃料噴射弁 1 1 のノズル先端に付着した燃料は、上記冷却水温度 T_w が高くなるほど、蒸発しやすくなる。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記冷却水温度 T_w が高くなるほど小さくなる。

[0079] 従って、燃料付着量指標値 F は、上記冷却水温度 T_w に応じた冷却水温度指標値 f_4 を用いることで精度良く算出することができる。

[0080] つまり、燃料付着量指標値 F は、上記冷却水温度 T_w を考慮することで、一層精度良く算出することができる。

[0081] 点火時期指標値 f_5 は、例えば図 7 に示すように、上記点火時期 IGN が遅角するほど小さくなるよう設定されている。詳述すると、点火時期指標値 f_5 は、上記点火時期 IGN が上死点のタイミングから遅角するほど小さくなるよう設定され、上記点火時期 IGN が上死点のタイミングから進角するほど大きくなるよう設定されている。

[0082] つまり、点火時期指標値 f_5 は、上記点火時期 IGN が進角するなるほど

燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。

[0083] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記点火時期 IGN が進角するほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0084] 内燃機関 1 は、上記点火時期 IGN が遅くなる（遅角する）ほど、燃料噴射弁 11 で燃料を噴射してから点火されるまでの間隔が長くなる。つまり、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料は、上記点火時期 IGN が遅くなるほど、気化可能な時間（乾く時間）が長くなる。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記点火時期 IGN が遅くなるほど小さくなる。

[0085] 従って、燃料付着量指標値 F は、上記点火時期 IGN に応じた点火時期指標値 f_5 を用いることで精度良く算出することができる。

[0086] つまり、燃料付着量指標値 F は、上記点火時期 IGN を考慮することで、一層精度良く算出することができる。

[0087] 燃料噴射時期指標値 f_6 は、例えば図 8 に示すように、上記燃料噴射時期 IT が遅角するほど大きくなるよう設定されている。

[0088] つまり、燃料噴射時期指標値 f_6 は、上記燃料噴射時期 IT が遅角するほど燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。

[0089] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記燃料噴射時期 IT が遅角するほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。

[0090] 内燃機関 1 は、上記燃料噴射時期 IT が遅くなるほど、燃料噴射弁 11 で燃料を噴射してから点火されるまでの間隔が短くなる。つまり、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した燃料は、上記燃料噴射時期 IT が遅くなるほど、気化可能な時間（乾く時間）が短くなる。そのため、燃料付着量指標値 F は、上記燃料噴射時期 IT が遅くなるほど大きくなる。

[0091] 従って、燃料付着量指標値 F は、内燃機関 1 の燃料噴射時期に応じた燃料噴射時期指標値 f_6 を用いることで精度良く算出することができる。

- [0092] つまり、燃料付着量指標値 F は、内燃機関 1 の燃料噴射時期を考慮することで、一層精度良く算出することができる。
- [0093] 噴射回数指標値 f_7 は、例えば図 9 に示すように、1 サイクルでの燃料噴射弁 11 の噴射回数が多くなるほど大きくなるよう設定されている。なお、図 9 においては、便宜的に特性線を直線状に記しているが、実際は、噴射回数と噴射回数指標値 f_7 とが一对一の関係性を有しており、実際の特性線は右上がりの階段状となる。
- [0094] つまり、噴射回数指標値 f_7 は、1 サイクルでの燃料噴射弁 11 の噴射回数が多くなるほど、燃料付着量指標値 F が大きな値として算出されるような特性を有している。
- [0095] 換言すれば、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を算出するにあたって、上記噴射回数指標値 f_7 が多くなるほど燃料付着量指標値 F が大きな値となるよう補正する。
- [0096] 燃料噴射弁 11 は、閉弁時に燃料噴射の勢いが弱まるため、閉弁時にノズル先端へ燃料が付着しやすくなる。そのため、内燃機関 1 は、一回の燃焼に必要な燃料量を複数回に分けて噴射すると、噴射する回数が多くなるほどノズル先端に多くの燃料が付着する。つまり、燃料付着量指標値 F は、1 サイクルでの燃料噴射弁 11 の噴射回数が多くなるほど増加する。
- [0097] 従って、燃料付着量指標値 F は、1 サイクルでの燃料噴射弁 11 の噴射回数に応じた噴射回数指標値 f_7 を用いることで精度良く算出することができる。
- [0098] つまり、燃料付着量指標値 F は、1 サイクルでの燃料噴射弁 11 の噴射回数を考慮することで、一層精度良く算出することができる。
- [0099] また、コントロールユニット 21 は、燃料付着量指標値 F を用いて燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着したデポジット量 D を推定する。つまり、コントロールユニット 21 は、デポジット量推定部に相当する。
- [0100] デポジット量 D は、燃料付着量指標値 F の積算値を用いて推定可能である。上述した実施例では、燃料付着量指標値 F の積算値であるデポジット推定

値Eが予め設定された所定値である閾値Sよりも大きくなると、デポジット量Dが大きくなったものと推定する。

- [0101] 詳述すると、内燃機関1は、燃料付着量指標値Fの積算値（デポジット推定値E）が予め設定された閾値Sよりも大きくなると、デポジットを除去して排気性能の悪化を抑制するデポジット除去モード（クリーニングモード）へ移行する。つまり、コントロールユニット21は、燃料付着量指標値Fの積算値（デポジット推定値E）が予め設定された閾値Sよりも大きくなると、排気性能の悪化が抑制されるように内燃機関1を制御する。
- [0102] コントロールユニット21は、デポジット除去モードにおいて、燃料噴射弁11に供給される上記燃料圧力 P_{fuel} を高くする。
- [0103] これによって、燃料噴射弁11から噴射される燃料の噴射圧力が高くなり、燃料噴射弁11のノズル先端に付着したデポジットを吹き飛ばす（脱落させる）ことができる。そのため、内燃機関1の運転中にPN排出量が増加するいわゆるPNドリフト（ PN_{drift} ）を抑制することができる。
- [0104] つまり、コントロールユニット21は、燃料付着量指標値Fを精度良く算出することで、内燃機関1の排気性能の悪化を精度良く回避するように内燃機関1を制御することができる。
- [0105] コントロールユニット21は、デポジット除去モードにおいて、内燃機関1の運転点を低回転高負荷運転に変更する。
- [0106] 上記機関回転数 N_e を低下させることで、燃料噴射弁11のノズル先端に付着した燃料を乾かす時間が増加する。
- [0107] これによって、燃料噴射弁11のノズル先端に付着する燃料量（燃料付着量）を相対的に減少させることができる。そのため、内燃機関1の運転中にPN排出量が増加するいわゆるPNドリフト（ PN_{drift} ）を抑制することができる。
- [0108] つまり、コントロールユニット21は、燃料付着量指標値Fを精度良く算出することで、内燃機関1の排気性能の悪化を精度良く回避するように内燃機関1を制御することができる。

- [0109] デポジット除去モードは、例えば、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着したデポジットが全て除去されるように実施される。具体的には、デポジット除去モードは、例えば、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着した全てのデポジットの除去が予想される所定期間（所定時間）連続して実施される。全てのデポジットの除去が予想される所定期間（所定時間）は、予め実験等により求めておけばよい。なお、デポジット除去モードは、例えば、燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着したデポジットが所定量以下になるように実施してもよい。
- [0110] なお、燃料付着量指標値 F の積算値（デポジット推定値 E ）が予め設定された閾値 S よりも大きくなった際や、デポジット除去モード中は、警告灯を点灯して運転者に告知するようにしてもよい。
- [0111] 図 10 は、上述した実施例における内燃機関 1 の制御の流れを示すフローチャートである。
- [0112] ステップ $S1$ では、内燃機関 1 の運転状態を検出する。
- [0113] ステップ $S2$ では、上述した各種指標値 $f_0 \sim f_7$ を算出する。
- [0114] ステップ $S3$ では、各種指標値 $f_0 \sim f_7$ を用いて燃料付着量指標値 F を算出する。すなわち、ステップ $S3$ では、ノズル先端温度指標値 f_0 に各種指標値 $f_1 \sim f_7$ を乗じて燃料付着量指標値 F を算出する。
- [0115] ステップ $S4$ では、前回までの燃料付着量指標値 F の積算値に、今回のステップ $S3$ で算出された燃料付着量指標値 F を加算した値をデポジット推定値 E として算出する。デポジット推定値 E は、デポジット推定値 E の前回値に今回のステップ $S3$ で算出された燃料付着量指標値 F を加算した値である。換言すれば、ステップ $S4$ では、燃料付着量指標値 F を用いて燃料噴射弁 11 のノズル先端に付着したデポジット量 D を推定している。
- [0116] ステップ $S5$ では、デポジット推定値 E が予め設定された閾値 S よりも大きいかな否かを判定する。換言すれば、ステップ $S5$ では、ノズル先端に付着したデポジット量 D が所定量よりも多いかな否かを判定している。デポジット推定値 E が予め設定された閾値 S よりも大きい場合には、ステップ $S6$ に進

む。デポジット推定値Eが予め設定された閾値S以下の場合には、今回のルーチンを終了する。

[0117] ステップS6では、内燃機関1の運転モードを通常モードから通常モードよりも燃料噴射弁11に供給される燃料の圧力を高くするデポジット除去モードへ切り替える。デポジット除去モードにおいては、内燃機関1の運転点が低回転高負荷運転に変更される。ステップS6では、燃料噴射弁11のノズル先端に付着したデポジットが除去されるまでデポジット除去モードを実施する。

[0118] ステップS7では、デポジット推定値Eを「0」に書き替える。

[0119] 以上、本発明の具体的な実施例を説明してきたが、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。例えば、燃料付着量指標値Fは、ノズル先端温度指標値f0及び各種指標値f1～f7のうち少なくともノズル先端温度指標値f0を使って算出するようにしてもよい。

[0120] なお、上述した実施例は、燃料噴射弁11のノズル先端の燃料付着量の推定方法、燃料噴射弁11のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関1の制御方法及び燃料噴射弁11のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関1の制御装置に関するものである。

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼室内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁のノズル先端に付着した燃料付着量は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度に応じた温度指標値 f_0 を用いて推定し、
- 上記温度指標値 f_0 は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が所定温度 A 以上の場合、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が高くなるほど上記燃料付着量が少なく算出されるような特性を有する、
- 燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量の推定方法。
- [請求項2] 燃焼室内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法であって、
- 上記燃料付着量は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度に応じた温度指標値 f_0 を用いて推定し、
- 上記温度指標値 f_0 は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が所定温度 A 以上の場合、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が高くなるほど上記燃料付着量が少なく算出されるような特性を有する、
- 燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。
- [請求項3] 上記温度指標値 f_0 は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が所定温度 A 以下の場合には、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が高くなるほど上記燃料付着量が多くなるような特性を有する、
- 請求項2に記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。
- [請求項4] 上記燃料付着量は、上記温度指標値 f_0 と、内燃機関の運転状態と、に応じて推定する、
- 請求項2または3に記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。
- [請求項5] 上記運転状態は、内燃機関の吸気圧である、
- 請求項4に記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内

燃機関の制御方法。

[請求項6] 上記運転状態は、内燃機関の機関回転数、上記燃料噴射弁に供給される燃料の圧力、内燃機関の冷却水の温度、内燃機関の点火時期、上記燃料噴射弁の燃料噴射時期、一回の燃焼に必要な燃料量を上記燃料噴射弁が噴射する回数、のうちの少なくとも一つを含む、

請求項5に記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。

[請求項7] 上記温度指標値 f_0 を用いて上記燃料噴射弁のノズル先端に付着したデポジットの堆積量を推定し、

上記デポジットの堆積量が予め設定された所定値を超えた場合に、上記燃料噴射弁に供給される燃料の圧力を高くする、

請求項2～6のいずれかに記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。

[請求項8] 上記温度指標値 f_0 を用いて上記燃料噴射弁のノズル先端に付着したデポジットの堆積量を推定し、

上記デポジットの堆積量が予め設定された所定値を超えた場合に、内燃機関の運転点を低回転高負荷運転に変更する、

請求項2～7のいずれかに記載の燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御方法。

[請求項9] 筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁と、

上記燃料噴射弁のノズル先端の温度を検出するノズル先端温度検出部と、

上記燃料噴射弁のノズル先端の温度に応じた温度指標値 f_0 を用いて上記燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を推定する燃料付着量推定部と、

上記燃料付着量推定部で算出された上記燃料付着量に応じて内燃機関を制御する制御部と、を有し、

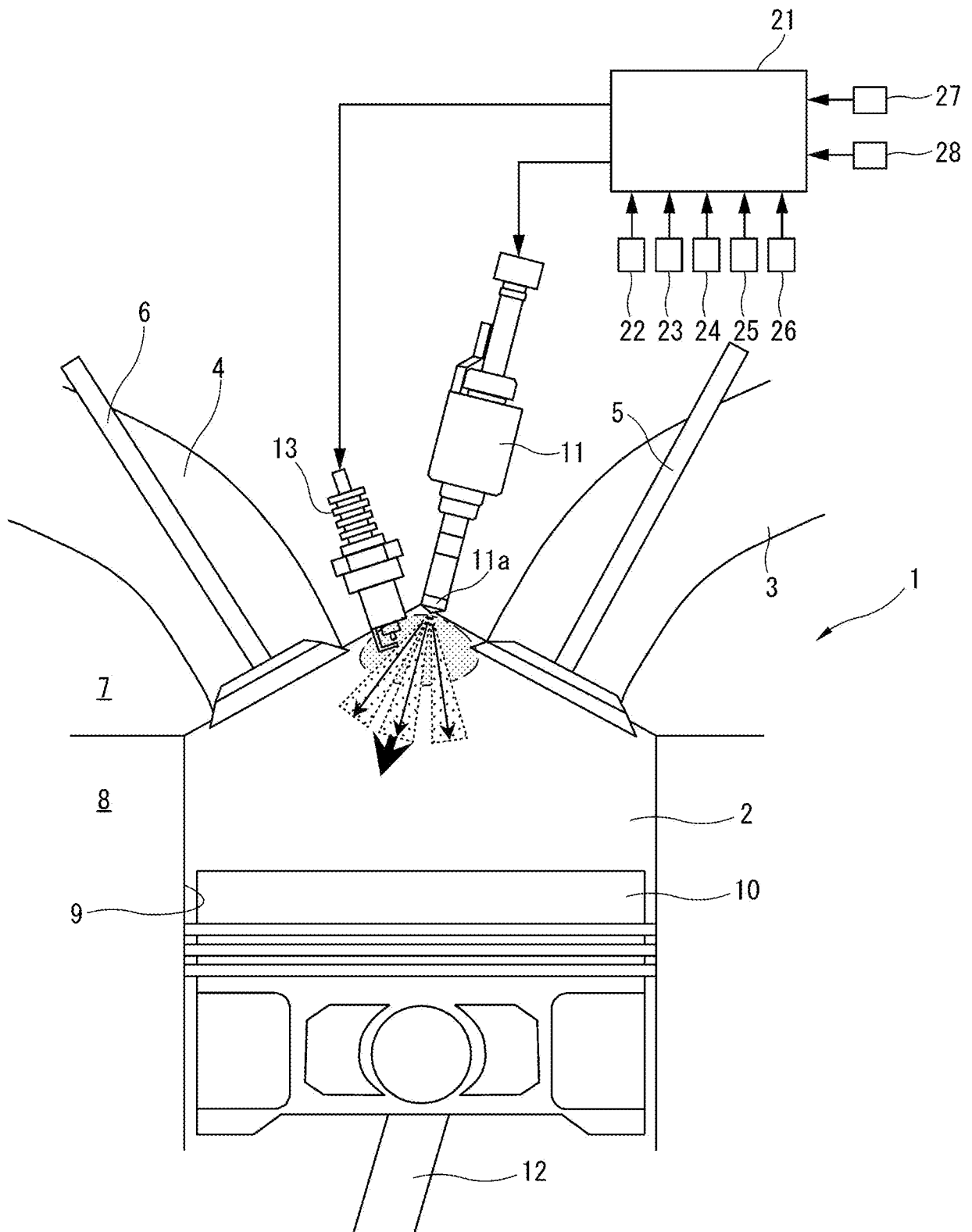
上記温度指標値 f_0 は、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が所定

温度 A 以上の場合、上記燃料噴射弁のノズル先端の温度が高くなるほど上記燃料付着量が少なく算出されるような特性を有する、

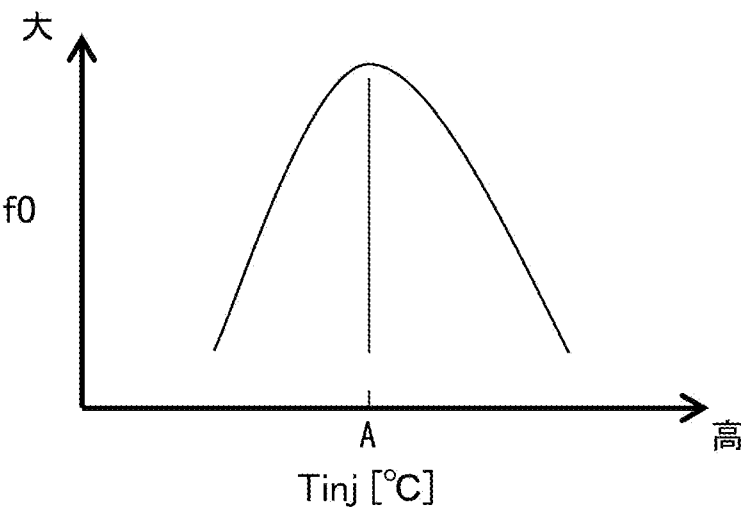
燃料噴射弁のノズル先端の燃料付着量を用いた内燃機関の制御装置

。

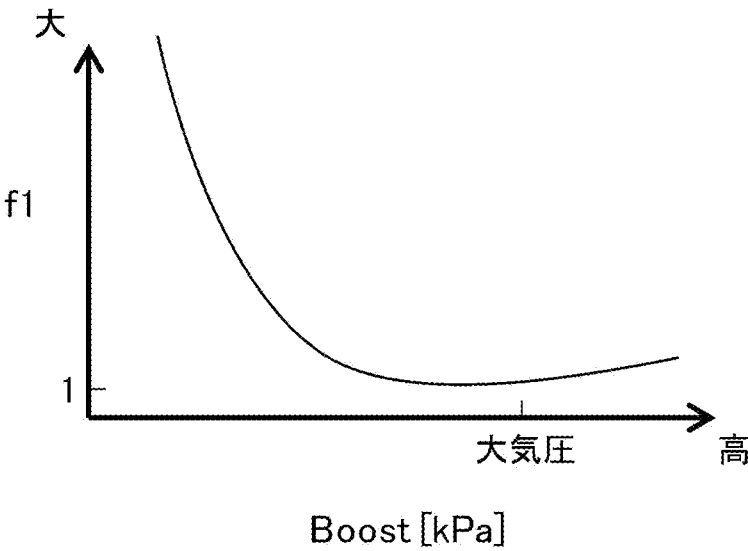
[図1]



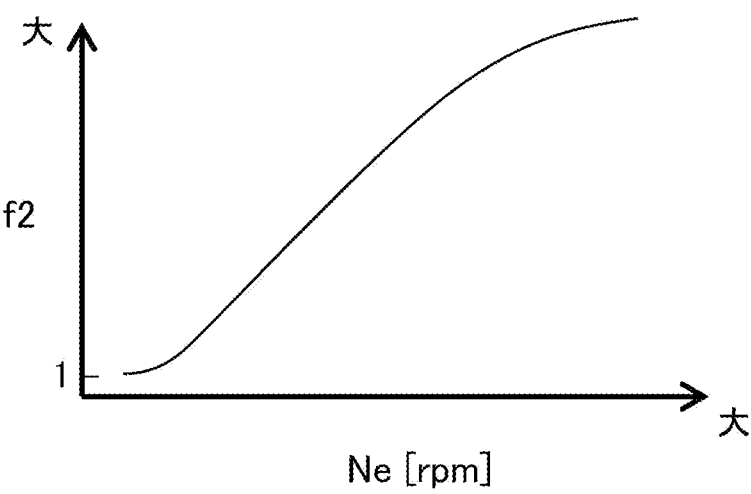
[図2]



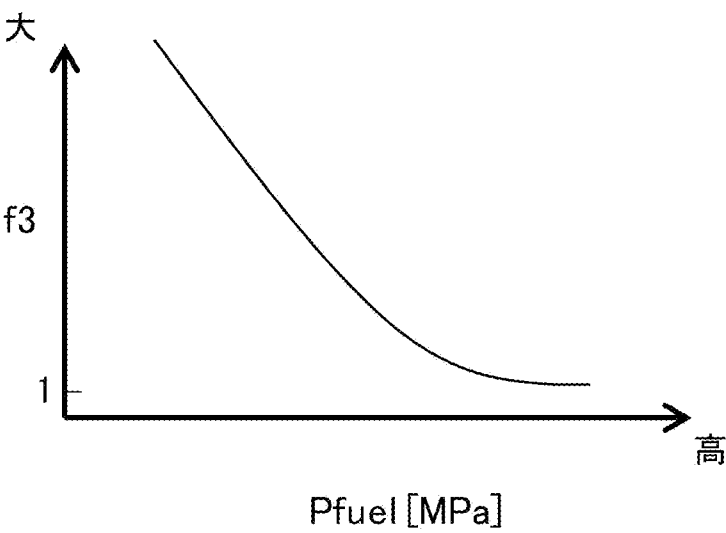
[図3]



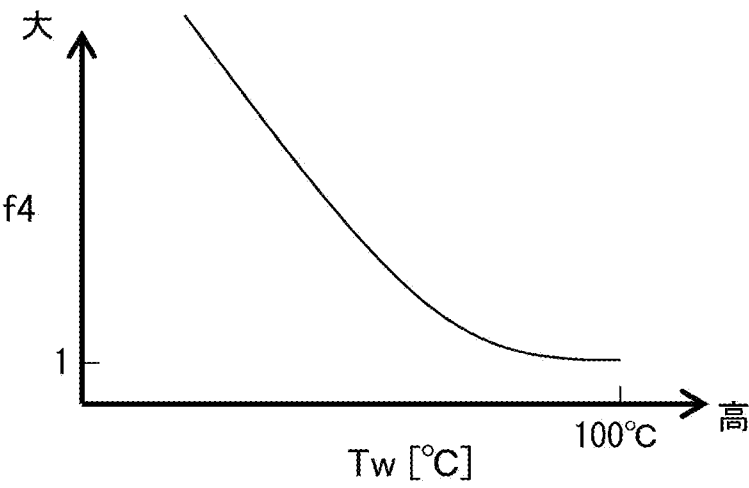
[圖4]



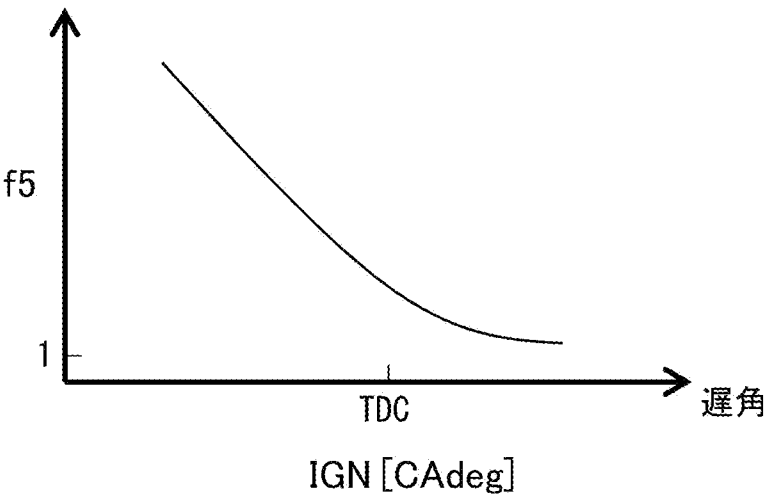
[圖5]



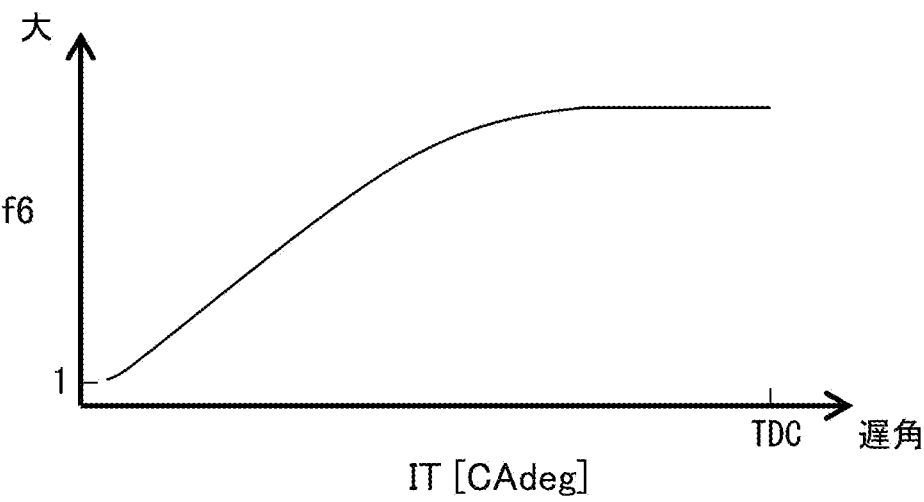
[圖6]



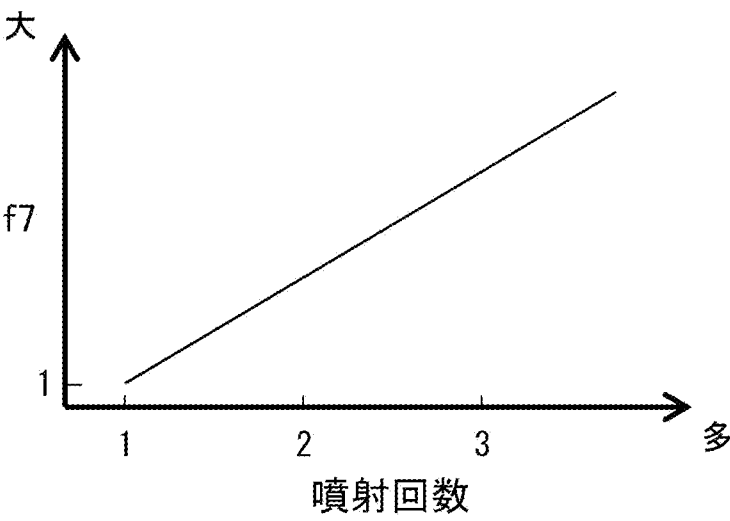
[圖7]



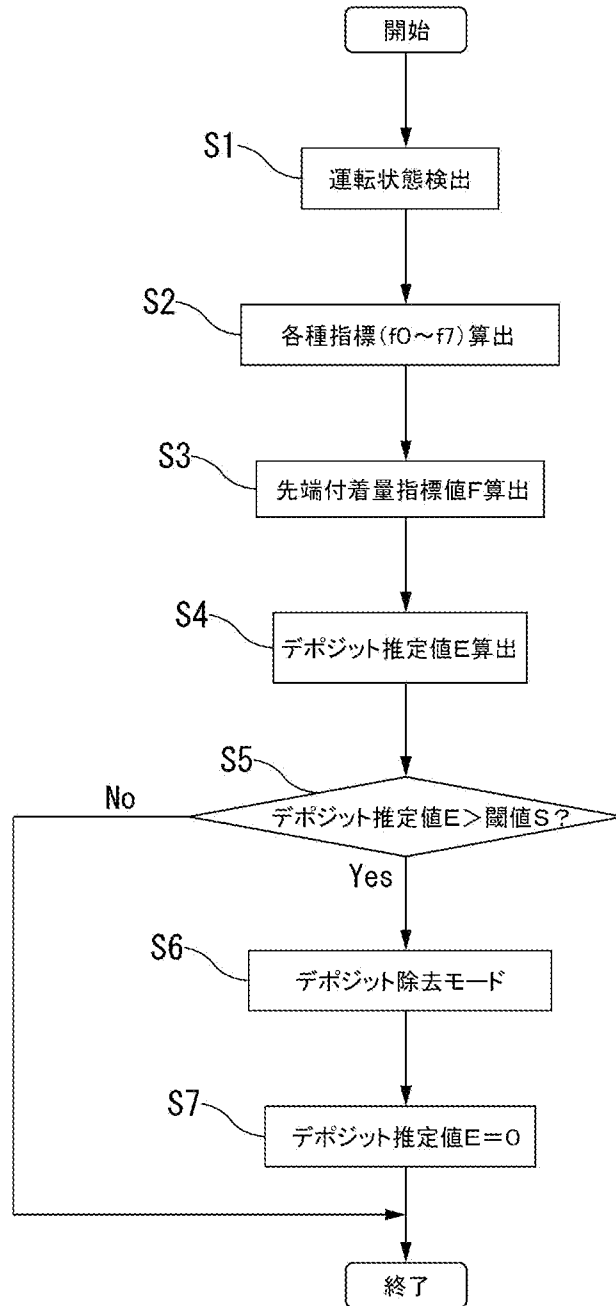
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2019/000251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02D41/04 (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)

Int. Cl. F02D41/04

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2017-166384 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 21 September	1-4, 9
Y	2017, paragraphs [0003], [0009], [0021]-[0029],	7
A	fig. 3-7 (Family: none)	5-6, 8
Y	JP 2011-236874 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24 November	7
A	2011, claims 1-2, paragraphs [0107]-[0110], fig. 5 (Family: none)	1-6, 8-9
A	JP 2012-21455 A (DENSO CORP.) 02 February 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2008-157037 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 10 July 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-9



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
24.05.2019

Date of mailing of the international search report
04.06.2019

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. F02D41/04 (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. F02D41/04

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で利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	JP 2017-166384 A（トヨタ自動車株式会社）2017.09.21, 段落	1-4, 9
Y	0003, 0009, 0021-0029, 図3-7（ファミリーなし）	7
A		5-6, 8
Y	JP 2011-236874 A（トヨタ自動車株式会社）2011.11.24, 請求項1-2,	7
A	段落0107-0110, 図5（ファミリーなし）	1-6, 8-9
A	JP 2012-21455 A（株式会社デンソー）2012.02.02, 全文, 全図（フ	1-9
	ァミリーなし）	

☒ 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

24.05.2019

国際調査報告の発送日

04.06.2019

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）

佐々木 淳

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3Z

4477

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-157037 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.07.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9