

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152102 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/06 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01) F02D 13/02 (2006.01)
F02D 43/00 (2006.01) F02D 21/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001513
- (22) 国際出願日: 2016年3月16日(16.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-059858 2015年3月23日(23.03.2015) JP
- (71) 出願人: マツダ株式会社(MAZDA MOTOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者: 永澤 健(NAGASAWA, Takeshi); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP). 荒木 啓二(ARAKI, Keiji); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP). 太田 統之(OTA, Noriyuki); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

Hiroshima (JP). 内田 健司(UCHIDA, Kenji); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP). 大野 諒平(ONO, Ryohei); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP). 佐藤 圭峰(SATO, Kiyotaka); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP). 藤本 英史(FUJIMOTO, Hidefumi); 〒7308670 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内 Hiroshima (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号 新ダイビル23階 Osaka (JP).

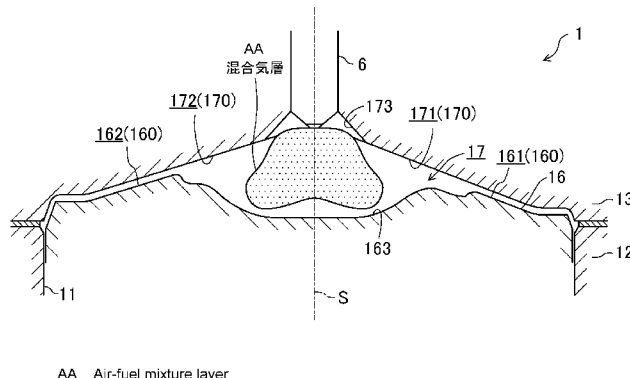
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR DIRECT INJECTION ENGINE

(54) 発明の名称: 直噴エンジンの燃料噴射制御装置

[図2]



AA Air-fuel mixture layer

(57) Abstract: This fuel injection control device for a direct injection engine is provided with an engine body (engine 1) and a fuel injection control unit (engine controller 100). At the point in time when an air-fuel mixture ignites while the engine body is warming up, the fuel injection control unit injects fuel into a combustion chamber (17) in a prescribed injection mode so that an air-fuel mixture layer and a heat-insulating gas layer in the periphery thereof are formed in the combustion chamber. When the engine body is cooling down, the mode of injecting fuel into the combustion chamber is altered so that the thickness of the heat-insulating gas layer decreases commensurately with reductions in the temperature of the engine body

(57) 要約: 直噴エンジンの燃料噴射制御装置は、エンジン本体(エンジン1)と、燃料噴射制御部(エンジン制御器100)とを備える。燃料噴射制御部は、エンジン本体の温間時には、混合気が着火する時点で、燃焼室(17)内に、混合気層と、その周囲の断熱ガス層とが形成されるように、所定の噴射態様で、燃焼室内に燃料を噴射する。エンジン本体の冷機時には、エンジン本体の温度が低いほど、断熱ガス層が薄くなるように、燃焼室内への燃料の噴射態様を変更する。

WO 2016/152102 A1



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))

明 細 書

発明の名称：直噴エンジンの燃料噴射制御装置

技術分野

[0001] ここに開示する技術は、直噴エンジンの燃料噴射制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、シリンダの中心軸上に配設されかつ、ホローコーン状に燃料を噴射する外開弁式の燃料噴射弁を備えた直噴エンジンにおいて、圧縮行程の後期にシリンダ内に燃料を噴射することで、燃焼室内に混合気層と、その周囲のガス層とを形成することが記載されている。特許文献 1 に記載されたエンジンでは、混合気が燃焼するときに、周囲のガス層が断熱層として機能することで、冷却損失が低減する。

[0003] 特許文献 2 には、圧縮自己着火エンジンにおいて、燃焼室を区画する壁面を断熱材で構成することによって、燃焼室の壁面における冷却損失を低減することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2 0 1 3－5 7 2 6 6 号公報

特許文献 2：特開 2 0 0 9－2 4 3 3 5 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載されているように、混合気層の周囲に断熱ガス層を形成することは、エンジンの温間時において冷却損失を低減する上で有利になる、その一方で、断熱ガス層によって、燃焼時の熱がエンジンに伝わりにくい、ため、エンジンの冷機時には、エンジンを暖機が遅くなってしまうという不都合がある。

[0006] ここに開示する技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、燃焼室内に混合気層と断熱ガス層とを形成することによ

て冷却損失の低減を図る直噴エンジンにおいて、エンジンの温度状態に応じて燃焼形態を最適化させることにある。

課題を解決するための手段

[0007] ここに開示する技術は、直噴エンジンの燃料噴射制御装置に係り、この装置は、シリンダヘッドの天井部と、シリンダブロックに設けられたシリンダと、前記シリンダ内を往復動するピストンとによって区画される燃焼室を有して構成されたエンジン本体と、前記燃焼室内に、液体の燃料を噴射するように配設された燃料噴射弁を有しかつ、所定のタイミングで前記燃料を前記燃焼室内に噴射するよう構成された燃料噴射制御部と、を備える。

[0008] そして、前記燃料噴射制御部は、前記エンジン本体の温度が所定温度以上となった温間時には、混合気が着火する時点で、前記燃焼室内に、混合気層と、その周囲の断熱ガス層とが形成されるように、所定の噴射態様で、前記燃焼室内に前記燃料を噴射し、前記エンジン本体の温度が前記所定温度未満の冷機時には、前記エンジン本体の温度が低いほど、前記断熱ガス層が薄くなるように、前記燃焼室内への前記燃料の噴射態様を変更する。

[0009] この構成によると、エンジン本体の温間時には、燃焼室内に、混合気層と、その周囲の断熱ガス層とが形成されるように所定の噴射態様で、燃焼室内に燃料を噴射する。断熱ガス層は、空気（つまり、新気）のみであってもよく、空気に加えて、既燃ガス（つまり、EGRガス）を含んでいてもよい。尚、断熱ガス層に少量の燃料が混じっても問題はなく、断熱ガス層が断熱層の役割を果たせるように混合気層よりも燃料リーンであればよい。混合気が燃焼するときに、断熱ガス層が、混合気層と燃焼室の壁面との間に介在して、燃焼室内から燃焼室の壁面への熱の伝達を防止する。この結果、エンジン本体の温間時には、冷却損失を大幅に低減することができる。

[0010] 一方、エンジン本体の冷機時には、断熱ガス層が薄くなるように、燃焼室内への燃料の噴射態様を変更する。断熱ガス層を薄くすることには、断熱ガス層を無くすことも含まれる。断熱ガス層を薄くすることにより、断熱ガス層による断熱効果が低下し、燃焼室内から燃焼室の壁面へと熱が伝達される

。エンジン本体の温度が低いほど、断熱ガス層が薄くなるため、燃焼室内から燃焼室の壁面への熱の伝達が促進されてエンジン本体の昇温に有利になる。こうして、エンジン本体の冷機時に、エンジン本体の暖機が促進される。

[0011] 前記直噴エンジンの燃料噴射制御装置は、前記エンジン本体の排気側に配設されかつ、前記燃焼室から排出された排気ガスを浄化するよう構成された触媒装置をさらに備え、前記燃料噴射制御部は、前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温度が低いほど、前記断熱ガス層が薄くなるように、前記燃焼室内への前記燃料の噴射態様を変更し、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時よりも前記断熱ガス層が厚くなるように、所定の噴射態様で、前記燃焼室内に燃料を噴射する。

[0012] 触媒装置の未活性時には、エンジン本体の暖機よりも、触媒装置の活性化を優先することが望ましい。そこで、前記の構成では、触媒装置の未活性時でかつ、エンジン本体の冷機時には、触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時よりも断熱ガス層が厚くなるように、所定の噴射態様で、燃焼室内に燃料を噴射する。これにより、断熱ガス層が十分に断熱機能を発揮して、燃焼室内から燃焼室の壁面への熱の伝達が抑制される。その分、排気ガスとしてエンジン本体から排出する熱エネルギーを増やすことが可能になるから、エンジン本体の排気側に配設された触媒装置の昇温及び活性化が図られる。つまり、エンジン本体の冷機時であっても、触媒装置が未活性のときには、燃焼室内に断熱ガス層を形成することにより、触媒装置の早期活性化に有利になる。

[0013] 一方、触媒装置の活性時でかつ、エンジン本体の冷機時には、前述したように、断熱ガス層を薄くする。これにより、エンジン本体の暖機を促進することが可能になる。

[0014] さらに、エンジン本体の温間時には、断熱ガス層を、冷機時よりも厚くする。こうして、冷却損失の低減を図る。従って、触媒が未活性でかつ、エン

ジン本体が冷機状態でエンジン本体を始動するときには、先ず、断熱ガス層を厚くして、触媒の活性化を図り、その後、断熱ガス層を薄くして、エンジン本体の暖機を促進し、エンジン本体の暖機完了後は、再び、断熱ガス層を厚くして、冷却損失の低減を図ることになる。

[0015] 前記燃料噴射制御部は、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記断熱ガス層が厚くなるよう前記燃料の噴射開始時期を所定の時期に遅角し、前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時よりも、前記燃料の噴射開始時期を進角する、としてもよい。

[0016] これによると、触媒装置の未活性時でかつ、エンジン本体の冷機時には、燃料の噴射開始時期を所定の時期に遅角する。噴射開始時期は、圧縮行程の後半としてもよい。ここでいう圧縮行程の後半は、圧縮行程を前半と後半とに2等分したときの後半を意味する。噴射開始時期を遅くすることによって、噴射を開始するときのシリンダ内の圧力及び温度は高くなっている。これにより、燃焼室内に噴射した燃料噴霧が飛びすぎてしまうことが回避でき、燃料噴霧が燃焼室の壁面に接触することが回避される。こうして、混合気層の周囲に断熱ガス層を形成することが可能になると共に、その断熱ガス層を厚くすることができる。尚、ここでいう燃焼室は、ピストンが上死点に至ったときのシリンダ内空間に限定されず、ピストン位置に拘わらず、シリンダヘッドの天井部とシリンダとピストンとによって区画される空間である、広義の燃焼室である。断熱ガス層を厚くすることによって、燃焼室内から燃焼室の壁面への熱の伝達が抑制され、エンジン本体から排出される排気ガスの温度を高くすることが可能になる。これは、触媒装置を活性化させる。

[0017] 一方、触媒装置の活性時でかつ、エンジン本体の冷機時には、未活性時よりも、燃料の噴射開始時期を進角させる。燃料の噴射を開始するときのシリンダ内の圧力及び温度は相対的に低くなる。これにより、燃焼室内に噴射した燃料噴霧が、燃焼室の壁面近傍にまで到達するようになる（但し、燃焼噴霧の液滴が燃焼室の壁面に付着することは避けることが望ましい）から、混

合気層の周囲の断熱ガス層を薄くする、又は、断熱ガス層を無くすることが可能になる。こうして、燃焼室内から燃焼室の壁面への熱の伝達が許容され、エンジン本体の暖機を促進することができる。

[0018] 前記燃料噴射制御部は、複数の燃料噴射を含む分割噴射を行い、前記燃料噴射制御部は、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温間時よりも、前記分割噴射における噴射と噴射との間の休止時間を短くする、としてもよい。

[0019] エンジン本体の温間時に、燃料噴射を複数回（例えば2回又は3回）に分けて行うことにより、燃料を一括で噴射する場合と比較して燃料の拡散が抑制され、断熱ガス層を形成することが可能になる。また、局所的な当量比を下げる事が可能になる。例えば外開弁式の燃料噴射弁のように、リフト量が大きくなるほど、燃料を噴射する噴口の有効開口面積が大きくなるように構成された燃料噴射弁においては、リフト量及び／又は噴射期間を変更することによって、燃料の噴射速度や、噴霧角を変更することが可能であるから、複数回の燃料噴射について、燃料噴射弁のリフト量及び／又は噴射期間を変更するようにすれば、1回1回の燃料噴射によって噴射される燃料噴霧を、燃焼室内の異なる位置それぞれに配置させることが可能になる。これにより、混合気層の局所的な当量比が低くなるから燃焼温度が低下し、断熱ガス層が形成されることと組み合わせることで冷却損失を大幅に低減することが可能になる。

[0020] この温間時の燃料噴射態様に対し、冷機時にも複数回の燃料噴射を行うものの、冷機時には、噴射と噴射との間の休止時間を相対的に短くする。尚、噴射回数は、冷機時と温間時とで同じにしてもよいし、異ならせてもよい。例えば冷機時には、温間時よりも噴射回数を減らしてもよい。

[0021] 燃料噴射弁から燃料が噴射されることに伴い燃焼室内に形成される噴霧流れは、周囲の空気（又は空気を含むガス）を巻き込むようになる。噴射と噴射との休止時間が短い場合、後から噴射した燃料噴霧は、先に噴射された燃料噴霧による空気流れの影響を強く受けて、その空気流れに引き寄せられる

ようになる。これにより、後から噴射した燃料噴霧は、先に噴射された燃料噴霧に近づくようになる。その結果、冷機時に、複数回の燃料噴射によって燃焼室内に噴射された燃料噴霧同士を互いに近づけることが可能になるから、混合気層の局所的な当量比が温間時よりも高くなる。燃料噴射量が同じであっても、冷機時には、燃焼温度が相対的に高くなる。これにより、エンジン本体の暖機が促進される。尚、燃焼温度を高くする上で、局所的な当量比は、1を超えない限度で1に近づけることが好ましい。

[0022] 前記直噴エンジンの燃料噴射制御装置は、前記シリンダ内に導入される空気量を調整するよう構成された空気量調整手段をさらに備え、前記空気量調整手段は、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温間時よりも、前記シリンダ内に導入される前記空気量を少なくする、としてもよい。

[0023] こうすることで、エンジン本体の冷機時には、燃焼室内のガス全体の当量比が1に近づくため、温間時よりも燃焼温度が高まり、断熱ガス層を薄くすることと組み合わせ、エンジン本体の暖機が促進される。また、シリンダ内に導入される空気量を少なくすることによって、燃料の噴射量を増やさずに、当量比を1に近づけるため、燃料消費量を抑制することが可能になる。一方、エンジン本体の温間時には、燃焼室内のガスは、冷機時よりもリーンになるため、燃焼温度が低減し、断熱ガス層を形成することと組み合わせ、冷却損失の低減、ひいては、エンジン本体の熱効率の向上に有利になる。

[0024] 前記空気量調整手段は、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記触媒装置の温度が所定温度を超えたときには、前記混合気層の当量比を1以上にすると共に、前記燃焼室内のガス全体の当量比を1に、又は、前記触媒装置の温度が前記所定温度以下のときよりも1に近づける、としてもよい。

[0025] 触媒装置は未活性であるものの、触媒装置の温度が所定温度にまで高まったときには、燃焼室内の混合気層の当量比を1以上にする。こうして、エンジン本体からCOを排出させるようにし、触媒装置においてCOを酸化反応

させる。この発熱反応によって触媒装置を昇温させる。ここで、所定温度は、触媒装置においてCOの浄化が可能となる温度として、適宜設定すればよい。また、燃焼室内のガス全体の当量比は、1又は、1に近い値のため、燃焼温度も高くなる。その結果、触媒装置を早期に活性化させることが可能になる。

[0026] 尚、この構成でも、シリンダ内に導入する空気量を少なくすることで、混合気層の当量比を1以上にしかつ、燃焼室内のガス全体の当量比を1、又は、1に近づけるようにしてもよい。こうすることで、燃料消費量を抑制することが可能になる。

[0027] 前記空気量調整手段は、例えばエンジン本体の吸気側に配設されたスロットル弁の開度を調整することによって、シリンダ内に導入される空気量を調整するように構成してもよい。

[0028] また、これとは異なり、前記空気量調整手段は、前記シリンダ内に既燃ガスを導入することによって、前記シリンダ内に導入される前記空気量を少なくする、としてもよい。

[0029] こうすることで、シリンダ内に導入するガス量を減らすことなく、空気量を少なくすることができ、前述したように、触媒装置の未活性時に、当量比の調整が可能になる。それと共に、空気量は少なくとも、シリンダ内に導入するガス量を多くすることが可能になるから、有効圧縮比の低下が抑制される。これにより、圧縮行程中のシリンダ内の圧力及び温度を比較的高くすることが可能になるから、シリンダ内に噴射した燃料噴霧が飛びすぎることで回避でき、燃料噴霧が燃焼室の壁面に接触することを回避することができる。つまり、触媒装置の未活性時に、断熱ガス層を厚くすることが可能になる。また、スロットル弁の開度を小さくする必要がないため、ポンプ損失の低減も図られる。

発明の効果

[0030] 以上説明したように、前記直噴エンジンの燃料噴射制御装置によると、エンジン本体の温間時には、混合気層と断熱ガス層とを形成することによって

、冷却損失の低減が図られる一方、エンジン本体の冷機時には、エンジン本体の温度が低いほど、断熱ガス層を薄くすることによって、エンジン本体の暖機を促進することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図1は、直噴エンジンの構成を示す概略図である。

[図2]図2は、燃焼室の構成を示す断面図である。

[図3]図3は、外開弁式の燃料噴射弁の、リフト量と噴口の有効開口面積との関係を示す図である。

[図4]図4の上図は、エンジン温間時の燃料の噴射態様、中図は、触媒未活性かつエンジン冷機時の燃料の噴射態様、下図は、触媒活性かつエンジン冷機時の燃料の噴射態様、を示す図である。

[図5]図5は、燃焼室内における燃料噴霧の広がりの説明する図である。

[図6]図6は、触媒未活性かつエンジン冷機時の燃焼室内の混合気の状態を説明する図である。

[図7]図7は、触媒未活性かつエンジン冷機時で、触媒温度が所定温度を超えたときの燃焼室内の混合気の状態を説明する図である。

[図8]図8は、触媒活性かつエンジン冷機時の燃焼室内の混合気の状態を説明する図である。

[図9]図9は、図4とは異なる、燃料の噴射態様を示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、実施形態を図面に基づいて説明する。以下の説明は例示である。

[0033] (エンジンの全体構成)

図1は、実施形態に係るエンジン1の構成を示している。エンジン1のクランクシャフト15は、図示しないが、変速機を介して駆動輪に連結されている。エンジン1の出力が駆動輪に伝達されることによって、車両が推進する。ここで、エンジン1の燃料は、本実施形態ではガソリンであるが、バイオエタノール等を含むガソリンであってもよい。ここに開示する技術は、燃料噴射終了後に燃料が気化して着火する予混合燃焼のエンジンにおいて、様

々な種類の液体燃料を用いるエンジンに広く適用することが可能である。

[0034] エンジン 1 は、シリンダブロック 1 2 と、その上に載置されるシリンダヘッド 1 3 とを備えており、シリンダブロック 1 2 の内部に複数のシリンダ 1 1 が形成されている（図 1 では、1 つのみ示す）。エンジン 1 は、多気筒エンジンである。シリンダブロック 1 2 及びシリンダヘッド 1 3 の内部には、図示は省略するが冷却水が流れるウォータージャケットが形成されている。各シリンダ 1 1 内には、コネクティングロッド 1 4 を介してクランクシャフト 1 5 に連結されたピストン 1 6 が摺動自在に嵌挿されている。ピストン 1 6 は、シリンダ 1 1 及びシリンダヘッド 1 3 と共に燃焼室 1 7 を区画している。

[0035] 本実施形態では、燃焼室 1 7 の天井部 1 7 0（シリンダヘッド 1 3 の下面）は、吸気ポート 1 8 の開口部 1 8 0 が設けられかつ、シリンダ 1 1 の中央に向かって登り勾配となった吸気側斜面 1 7 1 と、排気ポート 1 9 の開口部 1 9 0 が設けられかつ、シリンダ 1 1 の中央に向かって登り勾配となった排気側斜面 1 7 2 とを備えて構成されている。燃焼室 1 7 は、ペントルーフ型の燃焼室である。尚、ペントルーフの稜線は、シリンダ 1 1 のボア中心に一致する場合、及び一致しない場合の両方があり得る。また、ピストン 1 6 の頂面 1 6 0 は、図 2 にも示すように、天井部 1 7 0 の吸気側斜面 1 7 1 及び排気側斜面 1 7 2 に対応するように、吸気側及び排気側のそれぞれにおいて、ピストン 1 6 の中央に向かって登り勾配となった傾斜面 1 6 1、1 6 2 によって、三角屋根状に隆起している。これにより、このエンジン 1 の幾何学的圧縮比は、1.5 以上の高い圧縮比に設定されている。また、ピストン 1 6 の頂面 1 6 0 には、凹状のキャビティ 1 6 3 が形成されている。

[0036] 図 1 には 1 つのみ示すが、シリンダ 1 1 毎に 2 つの吸気ポート 1 8 がシリンダヘッド 1 3 に形成されている。吸気ポート 1 8 の開口部 1 8 0 は、シリンダヘッド 1 3 の吸気側斜面 1 7 1 に、エンジン出力軸（つまり、クランクシャフト 1 5）の方向に並んで設けられ、吸気ポート 1 8 は、この開口部 1 8 0 を通じて燃焼室 1 7 に連通している。同様に、シリンダ 1 1 毎に 2 つの

排気ポート１９がシリンダヘッド１３に形成されている。排気ポート１９の開口部１９０は、シリンダヘッド１３の排気側斜面１７２に、エンジン出力軸の方向に並んで設けられ、排気ポート１９は、この開口部１９０を通じて燃焼室１７に連通している。

[0037] 吸気ポート１８は、吸気通路１８１に接続されている。吸気通路１８１には、吸気流量を調節するスロットル弁５５が、介設されている。排気ポート１９は、排気通路１９１に接続されている。排気通路１９１には、１つ以上の触媒コンバータ１９２を有する排気ガス浄化システムが配設されている。触媒コンバータ１９２は、三元触媒を含む。但し、触媒コンバータ１９２は三元触媒に限定されない。

[0038] シリンダヘッド１３には、吸気弁２１が、吸気ポート１８を燃焼室１７から遮断する（つまり、燃焼室１７を閉じる）ことができるように配設されている。吸気弁２１は吸気弁駆動機構により駆動される。シリンダヘッド１３にはまた、排気弁２２が、排気ポート１９を燃焼室１７から遮断することができるように配設されている。排気弁２２は排気弁駆動機構により駆動される。吸気弁２１は所定のタイミングで往復動して吸気ポート１８を開閉すると共に、排気弁２２は所定のタイミングで往復動して排気ポート１９を開閉する。それによって、シリンダ１１内のガス交換を行う。

[0039] 吸気弁駆動機構は、図示は省略するが、クランクシャフト１５に駆動連結された吸気カムシャフトを有し、吸気カムシャフトはクランクシャフト１５の回転と同期して回転する。また、排気弁駆動機構は、図示は省略するが、クランクシャフト１５に駆動連結された排気カムシャフトを有し、排気カムシャフトはクランクシャフト１５の回転と同期して回転する。

[0040] 吸気弁駆動機構は、この例では、吸気カムシャフトの位相を所定の角度範囲内で連続的に変更可能な、液圧式又は電動式の位相可変機構（Variable Valve Timing：ＶＶＴ）２３を、少なくとも含んで構成されている。尚、吸気弁駆動機構は、ＶＶＴ２３と共に、弁リフト量を変更可能なリフト可変機構を備えるようにしてもよい。

- [0041] 排気弁駆動機構は、この例では、排気カムシャフトの位相を所定の角度範囲内で連続的に変更可能な、液圧式又は電動式のVVT24を、少なくとも含んで構成されている。尚、排気弁駆動機構は、VVT24と共に、弁リフト量を変更可能なリフト可変機構を備えるようにしてもよい。
- [0042] リフト可変機構は、リフト量を連続的に変更可能なCVVL (Continuous Variable Valve Lift) としてもよい。尚、吸気弁21を駆動する動弁機構、及び、排気弁22を駆動する動弁機構は、どのようなものであってもよく、例えば油圧式や電磁式の駆動機構を採用してもよい。
- [0043] 図2に拡大して示すように、シリンダヘッド13には、燃焼室17内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁6が取り付けられている。燃料噴射弁6は、吸気側斜面171と排気側斜面172とが交差するペントルーフの稜線上に配設されている。燃料噴射弁6はまた、その噴射軸心Sが、シリンダ11の軸線に沿うように配設されて、噴射先端が、燃焼室17内に臨んでいる。燃料噴射弁6の噴射軸心Sは、シリンダ11の軸線と一致する場合、及び、シリンダ11の軸線からずれる場合の双方がある。
- [0044] ピストン16のキャビティ163は、燃料噴射弁6に向かい合うように設けられている。燃料噴射弁6は、このキャビティ163内に向かって、燃料を噴射する。
- [0045] 燃料噴射弁6は、ここでは、外開弁式の燃料噴射弁である。外開弁式の燃料噴射弁6は、その先端部を図3に拡大して示すように、燃料を噴射する噴口61が形成されたノズル本体60と、噴口61を開閉する外開弁62とを有する。
- [0046] ノズル本体60は、その内部を燃料が流通するように筒状に構成されており、噴口61は、ノズル本体60の先端部に設けられている。噴口61は、先端側ほど径が大きくなるテーパ状に形成されている。
- [0047] 外開弁62は、ノズル本体60の先端において、ノズル本体60から外側に露出する弁本体63と、弁本体63からノズル本体60内を通して図示省略のピエゾ素子に接続される接続部64とを有している。弁本体63は、テ

一パ状の噴口 6 1 と略同じ形状を有する着座部 6 5 を有する。弁本体 6 3 の着座部 6 5 と接続部 6 4 との間には、縮径部 6 6 が介在する。図 3 に示すように、縮径部 6 6 は、着座部 6 5 とは傾きが相違し、基端から先端に向かう縮径部 6 6 の傾きは、着座部 6 5 の傾きよりも緩やかである。

[0048] 図 3 に二点鎖線で示すように、着座部 6 5 が噴口 6 1 に当接しているときには、噴口 6 1 が閉口状態となる。電圧が印加されることにより piezo 素子に変形して、外開弁 6 2 が噴射軸心 S に沿って外向きにリフトする。このことに伴い、図 3 に実線で示すように、着座部 6 5 が噴口 6 1 から離れて噴口 6 1 が開口状態となる。噴口 6 1 が開口状態となれば、燃料が、噴口 6 1 から噴射軸心 S に対して傾斜した方向であって、噴射軸心 S を中心とする半径方向に広がる方向へ噴射される。燃料は、噴射軸心 S を中心とするホローコーン状に噴射される。piezo 素子への電圧の印加が停止すると、piezo 素子が元の状態に復帰することで、外開弁 6 2 の着座部 6 5 が噴口 6 1 に当接して、噴口 6 1 を再び閉口状態にする。

[0049] piezo 素子に印加する電圧が大きいほど、外開弁 6 2 の、噴口 6 1 の閉じた状態からのリフト量が大きくなる。図 3 から明らかなように、リフト量が大きいほど、噴口 6 1 の開度、つまり、有効開口面積が大きくなる。有効開口面積は、噴口 6 1 と着座部 6 5 との距離によって定義される。リフト量が大きいほど、噴口 6 1 から燃焼室 1 7 内に噴射される燃料噴霧の粒径が大きくなる。逆に、リフト量が小さいほど、噴口 6 1 から燃焼室 1 7 内に噴射される燃料噴霧の粒径が小さくなる。また、燃料が噴口 6 1 を通過する際には、縮径部 6 6 に沿うように流れることから、リフト量が大きいほど、縮径部 6 6 が噴口 6 1 から離れることで、燃料の噴霧角（つまり、ホローコーンのテーパ角度）が狭くなり、リフト量が小さいほど、縮径部 6 6 が噴口 6 1 に近づくことで、燃料の噴霧角（つまり、ホローコーンのテーパ角度）が広くなる。

[0050] また、燃料圧力が同一と仮定すれば、有効開口面積は大きいほど、噴射速度は低くなる。逆に、有効開口面積が小さくなれば、噴射速度が高まるもの

の、有効開口面積が小さくなりすぎると、噴口の壁面から受ける燃料の摩擦抵抗の影響が大きくなるため、噴射速度は低くなる。従って、燃料の噴射速度が最高となるリフト量が存在し、リフト量がその最高速度リフト量よりも大きくても小さくても、燃料の噴射速度は低下する。尚、この最高速度リフト量は、比較的小さい。

[0051] 図2に示すように、シリンダヘッド13の天井部170には、その天井面から凹陷する凹部173が設けられており、燃料噴射弁6の先端部は、この凹部173内に收容されている。凹部173の内周面は、燃焼室17の内方に向かうに従って次第に拡径するように傾斜している。燃料噴射弁6の先端部を、シリンダヘッド13の天井面から奥まった位置に配置することによって、幾何学的圧縮比を高くしながら、ピストン16が上死点に至ったときの、ピストン16の頂面160と燃料噴射弁6の先端部との間隔を、できる限り広くすることが可能になる。これは、後述するように、混合気層の周囲に断熱ガス層を形成する上で有利である。また、燃料噴射弁6の先端部と凹部173の内周面との間隔が広がるため、燃料噴射弁6から噴射した燃料噴霧が、コアンダ効果によってシリンダヘッド13の天井面に付着することを抑制することが可能になる。

[0052] 燃料供給システム57は、外開弁62を駆動するための電気回路と、燃料噴射弁6に燃料を供給する燃料供給系とを備えている。エンジン制御器100は、所定のタイミングで、リフト量に応じた電圧を有する噴射信号を電気回路に出力することで、該電気回路を介して外開弁62を作動させて、所望量の燃料を、シリンダ内に噴射させる。噴射信号の非出力時（つまり、噴射信号の電圧が0であるとき）には、外開弁62により噴口61が閉じられた状態となる。このようにピエゾ素子は、エンジン制御器100からの噴射信号によって、その作動が制御される。こうしてエンジン制御器100は、ピエゾ素子の作動を制御して、燃料噴射弁6の噴口61からの燃料噴射及び該燃料噴射時におけるリフト量を制御する。ピエゾ素子の応答は速く、例えば1～2 msecの間に20回程度の多段噴射が可能である。但し、外開弁6

2を駆動する手段としては、ピエゾ素子には限られない。

[0053] 燃料供給系には、図示省略の高圧燃料ポンプやコモンレールが設けられており、その高圧燃料ポンプは、低圧燃料ポンプを介して燃料タンクより供給されてきた燃料をコモンレールに圧送し、コモンレールは、その圧送された燃料を、所定の燃料圧力で蓄える。そして、燃料噴射弁6が作動する（つまり、外開弁62がリフトされる）ことによって、コモンレールに蓄えられている燃料が噴口61から噴射される。エンジン制御器100と、燃料噴射弁6とを含んで、燃料噴射制御部が構成される。

[0054] 燃料噴射制御部は、詳細は後述するが、図2に概念的に示すように、燃焼室17内（つまり、キャビティ163内）に、（可燃の）混合気層と、その周囲の断熱ガス層とが形成可能に構成されている。

[0055] このエンジン1は、基本的には全運転領域で、シリンダ11内に形成した混合気を圧縮着火（つまり、制御自動着火（Controlled Auto Ignition: CAI））により燃焼させるように構成されている。エンジン1は、所定の環境下において混合気の着火をアシストするための着火アシストシステム56を備えている。着火アシストシステム56は、例えば、燃焼室17内に臨んで配設される放電プラグとしてもよい。つまり、燃焼室17で、極短パルス放電が生じるように、制御されたパルス状の高電圧を放電プラグの電極に印加することによって、燃焼室内にストリーマ放電を発生させ、シリンダ内にオゾンを生成する。オゾンは、CAIをアシストする。尚、着火アシストシステムは、オゾンを発生させる放電プラグに限らず、火花放電を行うことで混合気にエネルギーを付与し、CAIをアシストするスパークプラグとしてもよい。

[0056] エンジン1はまた、既燃ガスをシリンダ11内に再導入するよう構成されたEGRシステム510を備えている。EGRシステム510は、エンジン1の排気通路191と吸気通路181とをつなぐEGR通路を介して既燃ガスをシリンダ11内に再導入する外部EGRシステム、及び、シリンダ11内の既燃ガスの一部を、実質的にシリンダ11内に留める内部EGRシステ

ムの両方を含む。

[0057] エンジン制御器 100 は、周知のマイクロコンピュータをベースとするコントローラであって、プログラムを実行する中央演算処理装置 (CPU) と、例えば RAM や ROM により構成されてプログラム及びデータを格納するメモリと、電気信号の入出力をする入出力 (I/O) バスと、を備えている。

[0058] エンジン制御器 100 は、少なくとも、エアフローセンサ 51 からの吸気流量に関する信号、クランク角センサ 52 からのクランク角パルス信号、アクセル・ペダルの踏み込み量を検出するアクセル開度センサ 53 からのアクセル開度信号、車速センサ 54 からの車速信号、水温センサ 58 からのエンジン 1 の冷却水の温度信号、及び、触媒温度センサ 59 からの触媒コンバータ 192 の温度信号をそれぞれ受ける。エンジン制御器 100 は、これらの入力信号に基づいて、例えば、所望のスロットル開度信号、燃料噴射パルス、着火アシスト信号、バルブ位相角信号等といった、エンジン 1 の制御パラメータを計算する。そして、エンジン制御器 100 は、それらの信号を、スロットル弁 55 (正確には、スロットル弁 55 を動かすスロットルアクチュエータ)、VVT 23、24、燃料供給システム 57、着火アシストシステム 56 及び EGR システム 510 等に出力する。

[0059] このエンジン 1 は、前述したように、幾何学的圧縮比 ε が 1.5 以上に設定されている。幾何学的圧縮比は、4.0 以下とすればよく、特に 2.0 以上 3.5 以下が好ましい。エンジン 1 は圧縮比が高いほど膨張比も高くなる構成から、高圧縮比と同時に、比較的高い膨張比を有するエンジン 1 でもある。高い幾何学的圧縮比は、CAI 燃焼を安定化する。

[0060] 燃焼室 17 は、シリンダ 11 の内周面と、ピストン 16 の頂面 160 と、シリンダヘッド 13 の下面 (天井部 170) と、吸気弁 21 及び排気弁 22 それぞれのバルブヘッドの面と、によって区画形成されている。冷却損失を低減すべく、これらの区画面に、遮熱層を設けることによって、燃焼室 17 が遮熱化されている。遮熱層は、これらの区画面の全てに設けてもよいし、

これらの区画面の一部に設けてもよい。また、燃焼室 17 を直接区画する壁面ではないが、吸気ポート 18 や排気ポート 19 における、燃焼室 17 の天井部 170 側の開口近傍のポート壁面に遮熱層を設けてもよい。

[0061] これらの遮熱層は、燃焼室 17 内の燃焼ガスの熱が、区画面を通じて放出されることを抑制するため、燃焼室 17 を構成する金属製の母材よりも熱伝導率が低く設定される。

[0062] また、遮熱層は、冷却損失を低減する上で、母材よりも容積比熱が小さいことが好ましい。つまり、遮熱層の熱容量を小さくして、燃焼室 17 の区画面の温度が、燃焼室 17 内のガス温度の変動に追従して変化するようにすることが好ましい。

[0063] 前記遮熱層は、例えば、母材上に ZrO_2 等のセラミック材料をプラズマ溶射によってコーティングして形成すればよい。このセラミック材料の中には、多数の気孔を含んでいてもよい。このようにすれば、遮熱層の熱伝導率及び容積比熱をより低くすることができる。

[0064] 本実施形態では、前記の燃焼室の遮熱構造に加えて、エンジン 1 の温度が所定温度以上となった温間時には、燃焼室 17 内にガス層による断熱層を形成することで、冷却損失を大幅に低減するようにしている。

[0065] 具体的には、燃焼室 17 内の外周部に新気を含むガス層が形成されかつ中心部に混合気層が形成されるように、圧縮行程以降において燃料噴射弁 6 の噴射先端からキャビティ 163 内に向かって燃料を噴射させることにより、図 2 に示すように、燃料噴射弁 6 の近傍の、キャビティ 163 内の中心部に混合気層が形成されかつ、その周囲に新気を含む断熱ガス層が形成されるという、成層化が実現する。ここで言う混合気層は、可燃混合気によって構成される層と定義してもよく、可燃混合気は、例えば当量比 $\phi = 0.1$ 以上の混合気としてもよい。燃料の噴射開始から時間が経過すればするほど、燃料噴霧は拡散することから、混合気層の大きさは、着火時点での大きさである。着火とは、例えば燃料の燃焼質量割合が 1% 以上となることをもって判定することができる。混合気は、圧縮上死点の付近において着火する。

- [0066] 断熱ガス層は、新気のみであってもよく、新気に加えて、既燃ガス（E G R ガス）を含んでいてもよい。尚、断熱ガス層に少量の燃料が混じっても問題はなく、断熱ガス層が断熱層の役割を果たせるように混合気層よりも燃料リーンであればよい。
- [0067] 燃焼室 17 の混合気層及び断熱ガス層を含む、ガスの全体としての当量比は 1 未満となるように（つまり、 A/F （又は G/F ）が、理論空燃比よりもリーンとなるように）設定される。
- [0068] 図 4 の上図は、エンジン 1 の温間時の燃料噴射態様を示している。燃料噴射は、前段噴射である第 1 噴射と、後段噴射である第 2 噴射とを含む分割噴射である。第 1 噴射は、相対的に進角したタイミングで、第 1 リフト量で燃料を噴射する。第 1 リフト量は、前述した、燃料の噴射速度が最高となる最高速度リフト量よりも大きい。燃料の噴射開始時のリフト量を高くすると、噴口 61 の壁面による抵抗が小さくなるため、燃料の噴射速度が速やかに上昇する。これにより、第 1 噴射による燃料の噴射速度は、噴射期間が短いものの、比較的高くなる。第 1 噴射は、圧縮行程期間内に行われる。第 1 噴射の一部又は全部を圧縮行程の後半に行ってもよい。噴射期間は、後述する第 2 噴射よりも短い。これにより、図 5 に概念的に示すように、第 1 噴射によって噴射された燃料噴霧は、所定の噴霧角でかつ、燃焼室 17 の壁面近くにまで広がるようになる。但し、第 1 噴射により、燃焼室 17 内に最初に噴射された燃料噴霧は比較的高い抵抗を受けて、飛び難くなるため、燃焼室 17 の壁面に接触することが防止される。
- [0069] 第 1 噴射の終了後、所定の間隔を空けて第 2 噴射が行われる。第 1 噴射と第 2 噴射との間隔は、比較的大く設定される。第 2 噴射は、その一部又は全部が、圧縮行程の後半の燃料噴射である。第 2 噴射は、第 1 リフト量よりもリフト量が小さい第 2 リフト量で燃料を噴射する。第 2 リフト量もまた、第 1 リフト量と同様に、最高速度リフト量よりも大とすることが好ましい。燃料の噴射開始時のリフト量を低くすると、噴口 61 の壁面による抵抗が大きくなるため、燃料の噴射速度の上昇が遅れる。第 2 噴射による燃料の噴射速

度は、噴射開始当初は低くなる。こうして第2噴射によって噴射された燃料噴霧の噴射速度が抑制されるため、第1噴射によって噴射された燃料噴霧に追いついて、燃料噴霧が重なってしまうことが防止される。

[0070] 第2噴射はまた、その噴射期間が、第1噴射の噴射期間よりも長く設定される。これにより、第2噴射によって噴射された燃料噴霧は、燃料噴射弁6の噴射軸心Sに近づくようになる。つまり、燃料が噴射されることに伴い燃焼室17内に形成される噴霧流れは、周囲の空気を巻き込むようになる。しかし、燃料噴射弁6の先端部からホローコーン状に噴射される燃料噴霧の内側は、空気が流れ込み難い。そのため、噴射期間が長くなると、燃料噴射弁6の噴射軸心Sの付近は、負圧が強まるようになり、燃料噴霧の内外の圧力差によって、図5に実線の矢印で示すように、燃料噴霧は、燃料噴射弁6の噴射軸心Sに近づくようになる。これにより、第1噴射によって噴射された燃料噴霧と、第2噴射によって噴射されて燃料噴霧とは、噴霧角の角度方向に位置がずれるようになる。より詳細には、第1噴射によって噴射された燃料噴霧の軸を基準とし、その軸方向に直交する径方向について、第2噴射によって噴射された燃料噴霧は、第1噴射によって噴射された燃料噴霧に対し径方向の内側に位置するようになる。こうして、燃料噴霧同士が重なることが防止される。

[0071] こうして、エンジン1の温間時には、燃焼室17内に混合気層と断熱ガス層とを形成しつつ、第1噴射及び第2噴射によって噴射された燃料噴霧は、燃焼室17内において互いに異なる位置に配置される。これにより、混合気層の局所的な当量比が低くなる。

[0072] 図2に示すように、断熱ガス層と混合気層とが形成された状態で、混合気がCAI燃焼すれば、混合気層と燃焼室17の壁面との間の断熱ガス層により、混合気層の火炎が燃焼室17の壁面に接触することが抑制されると共に、その断熱ガス層が断熱層となって、燃焼室17内から燃焼室17の壁面への熱の伝達を抑えることができるようになる。また、混合気層の局所当量比が低く、燃焼温度が低くなることで、エンジン1の温間時には、冷却損失を

大幅に低減することができる。

[0073] 尚、冷却損失を低減させるだけでは、その冷却損失の低減分が排気損失に転換されて図示熱効率の向上にはあまり寄与しないところ、このエンジン 1 では、高圧縮比化に伴う高膨張比化によって、冷却損失の低減分に相当する燃焼ガスのエネルギーを、機械仕事に効率よく変換している。すなわち、エンジン 1 は、冷却損失及び排気損失を共に低減させる構成を採用することによって、図示熱効率を大幅に向上させているといえることができる。

[0074] このような混合気層と断熱ガス層とを燃焼室 17 内に形成するために、燃料を噴射するタイミングにおいては、燃焼室 17 内のガス流動は弱いことが望ましい。そのため、吸気ポートは、燃焼室 17 内でスワールが生じない、又は、生じ難いようなストレート形状を有していると共に、タンブル流もできるだけ弱くなるように、構成されている。

[0075] (燃料噴射制御の詳細)

エンジン 1 の温間時には、冷却損失を低減することにより、熱効率の向上が図られる。一方で、エンジン 1 の温度が所定温度未満の冷機時には、エンジン 1 の暖機を促進することが求められるが、前述したように断熱ガス層を形成することによって冷却損失を低減すると、燃焼室 17 内から燃焼室 17 の壁面への熱の伝達が抑制されるため、エンジン 1 の暖機には不利になる。

[0076] また、エンジン 1 が冷機時においても、触媒コンバータ 192 が未活性のときには、エンジン 1 の暖機よりも、触媒コンバータ 192 の活性化を優先することが望ましい。

[0077] そこで、このエンジン 1 では、触媒コンバータ 192 の活性状態、及び、エンジン 1 の温度状態に応じて、燃焼室 17 内への燃料の噴射態様を変更するようにしている。

[0078] 図 4 の中図は、触媒コンバータ 192 の未活性時でかつ、エンジン 1 の冷機時の燃料の噴射態様を、図 4 の下図は、触媒コンバータ 192 の活性時でかつ、エンジン 1 の冷機時の燃料噴射態様を示している。図 4 の上図は、前述したように、エンジン 1 の温間時の燃料の噴射態様である。尚、図 4 の上

図、中図及び下図において、燃料噴射量は互いに同じである。エンジン制御器 100 は、水温センサ 58 からの検出信号に基づいて、エンジン 1 の温度状態を判断すると共に、触媒温度センサ 59 からの検出信号に基づいて、触媒コンバータ 192 の活性状態を判断する。尚、エンジン 1 の温度状態は、冷却水温以外のパラメータによって把握してもよいし、触媒コンバータ 192 の活性状態も、触媒温度以外のパラメータによって把握してもよい。

[0079] 触媒コンバータ 192 が未活性のときには、エンジン 1 の暖機よりも触媒コンバータ 192 の活性化を促進することが好ましい。そこで、エンジン制御器 100 は、図 4 の中図に示すように、燃料の噴射態様を設定する。つまり、触媒コンバータ 192 の未活性時は、エンジン 1 の温間時と同様に、第 1 リフト量の第 1 噴射と、第 2 リフト量の第 2 噴射とを含む分割噴射を行う。触媒コンバータ 192 の未活性時は、エンジン 1 の温間時よりも、第 1 噴射の噴射開始時期を遅角している。これにより、第 1 噴射の噴射開始時には、シリンダ 11 内の圧力及び温度が高くなっているため、噴射した燃料噴霧が飛びすぎて燃焼室 17 の壁面にまで到達することを抑制することができる。また、噴射した燃料の液滴が燃焼室 17 の壁面に付着することが確実に防止される。触媒コンバータ 192 の未活性時にも、エンジン 1 の温間時と同様に、燃焼室 17 内に、混合気層と、その周囲に比較的厚い断熱ガス層とを形成する。断熱ガス層を比較的厚く形成することによって、前述したように、燃焼室 17 内から燃焼室 17 の壁面への熱の伝達が抑制される。その分、エンジン 1 から排出する排気ガスの温度を高くすることが可能になる。

[0080] エンジン制御器 100 はまた、触媒コンバータ 192 の未活性時には、シリンダ 11 内に導入される空気量を、エンジン 1 の温間時よりも減少させることによって、燃焼室 11 内の、混合気層及び断熱ガス層を含むガス全体の当量比 ϕ を、1 未満の範囲で、エンジン 1 の温間時よりも 1 に近づける。例えば、スロットル弁 55 の開度を小さくすることによって、シリンダ 11 内に導入される空気量を減少させてもよい。また、EGR システム 510 によって、既燃ガスをシリンダ 11 内に導入することにより、その分、シリンダ

11内に導入される空気量を減少させるようにしてもよい。こうして、燃料噴射量を増量させずに、シリンダ11内に導入される空気量を減少させて、燃焼室11内のガス全体の当量比 ϕ を1に近づけることにより、燃料消費量を抑制することが可能になる。

[0081] 当量比 ϕ を1に近づけることによって、燃焼温度の向上が図られる。燃焼温度が高くなることで、排気ガスの温度を高くすることが可能になる。ここで、混合気層の局所的な空燃比は、HCの排出が最も少なくなる $A/F = 16$ 付近とするのが好ましい。こうすることで、触媒コンバータ192の未活性時に、エンジン1からHCが排出されてしまうことが抑制される。

[0082] 触媒コンバータ192が未活性のときには、第1噴射と第2噴射との間隔を、エンジン1の温間時よりも狭くする。図4の横軸はクランク角であるが、図4の上図、中図及び下図は、エンジン回転数が互いに同じと仮定して、図4の上図、中図及び下図における横軸の幅の大小は、クランク角の大きさであると共に、時間の長短に対応する。

[0083] 噴射と噴射との間の時間間隔を狭くすることによって、後から噴射した燃料噴霧は、先に噴射された燃料噴霧による空気流れの影響を強く受けて、その空気流れに引き寄せられるようになる。特に、後から噴射する第2噴射は、リフト量が相対的に小さいため、燃料の噴射開始当初の噴射速度が低くなる。このため、先に噴射された第1噴射による空気流れの影響を強く受けて、第1噴射によって噴射された燃料噴霧に近づくようになる。こうして、触媒コンバータ192の未活性時には、第1噴射及び第2噴射のそれぞれによって噴射された燃料噴霧は、燃焼室17内において互いに近づくようになる。その結果、触媒コンバータ192の未活性時には、混合気層の局所的な当量比が高くなる。これにより、燃焼温度の向上が図られる。

[0084] こうして、触媒コンバータ192が未活性のときには、図6に例示するように、燃焼室17内に、図2に示す温間時の断熱ガス層よりも厚い断熱ガス層を形成して、燃焼室17内から、燃焼室17の壁面への熱の伝達を抑制することと、混合気層の空燃比 A/F を16付近にしてHCの排出を抑制しな

がら、燃焼室 17 のガス全体の当量比 ϕ を、エンジン 1 の温間時よりも、1 に近づけて燃焼温度を高めることとを組み合わせる。尚、図 2 及び図 6 では、混合気層の当量比の相違を濃淡の相違として示す。このことにより、エンジン 1 から排出される排気ガス温度が高くなり、触媒コンバータ 192 の昇温が促進される。また、図 4 の中図に示すように、第 1 噴射の噴射開始時期を遅らせることに伴い、第 2 噴射の噴射終了時期も遅くなる。このため、燃焼の終了時期を、エンジン 1 の温間時よりも遅らせることが可能になり、排気ガスの温度を、より高めることが可能になる。

[0085] 触媒コンバータ 192 の温度が高まり、活性化には至らないものの、触媒コンバータ 192 の温度が、CO の浄化が可能な程度の温度（100℃程度）に到達したときには、エンジン制御器 100 は、燃焼室 17 の混合気を、さらにリッチになるように変更する。具体的には、シリンダ 11 内に導入される空気量をさらに少なくすることにより、断熱層の局所的な当量比 ϕ を、1 以上にする。燃焼室 17 のガス全体の当量比 ϕ は 1、又は、1 未満とすればよい。燃料の噴射態様は、図 4 の中図に示す態様であり、図 7 に示すように、燃焼室 17 内に、混合気層と、比較的厚い断熱ガス層とを形成する。断熱ガス層の厚みは、図 6 に示す例と同程度である。但し、図 7 においては、混合気層は、図 6 に示す触媒未活性時よりも燃料リッチである（図 7 に示す混合気層と、図 6 に示す混合気層との当量比の相違は、濃淡の相違として示す）。これにより、エンジン 1 から温度の高い排気ガスを排出することが可能になる。

[0086] 混合気層を燃料リッチにすることで、エンジン 1 から CO を排出させることができる。その CO は、触媒コンバータ 192 において酸化反応して CO_2 になる。この発熱反応によって触媒コンバータ 192 を昇温させることができる。これにより、触媒コンバータ 192 を早期に活性化させることができる。尚、この間、エンジン 1 から HC も排出されることになるが、触媒コンバータ 192 を、短時間で活性化させることができるため、トータルとしての HC の排出を抑制することが可能である。

[0087] 触媒コンバータ 192 が活性化した後、エンジン制御器 100 は、燃料の噴射態様を変更する。尚、エンジン 1 は、未だ冷機状態である。図 4 の下図に示すように、エンジン 1 の冷機時も、第 1 噴射と第 2 噴射とを含む分割噴射を行うが、第 1 噴射の噴射開始時期を、触媒コンバータ 192 の未活性時よりも進角させる。第 1 噴射の噴射開始時期は、エンジン 1 の温間時よりも進角させる。これにより、触媒コンバータ 192 の活性後のエンジン 1 の冷機時は、シリンダ 11 内の圧力及び温度が高くないときに、燃料を噴射することになる。また、第 1 噴射は、リフト量が比較的大きいため、前述したように、噴射速度が比較的高くなる。これにより、噴射された燃料噴霧は、燃焼室 17 の壁面付近にまで到達するようになり、図 8 に示すように、断熱ガス層が無くなる、又は、断熱ガス層が薄くなる。但し、エンジン 1 の温度が低いため、噴射した燃料の液滴が、燃焼室 17 の壁面に付着することは回避することが望ましい。

[0088] また、エンジン 1 の温度状態に応じて、エンジン 1 の温度が低いほど、断熱ガス層が薄くなるように、第 1 噴射の噴射開始時期を進角させる。従って、エンジン 1 の温度が高まるに従い、第 1 噴射の噴射開始時期を遅角させることで、断熱ガス層が次第に厚くなるようにする。

[0089] エンジン制御器 100 はまた、燃焼室 17 内のガス全体の当量比 ϕ が 1 以下となるように、スロットル弁 55 及び／又は EGR システム 510 を制御することによって、エンジン 1 に導入する空気量を調整する。燃焼室 17 内に断熱ガス層を形成する場合は、ガス全体の当量比 ϕ は 1 未満にすることが好ましい（混合気層の局所的に当量比 ϕ が 1 を超えないようにするためである）。尚、エンジン 1 の冷機時には、エンジン 1 の温間時よりも、燃焼室 17 内のガス全体の当量比 ϕ を 1 に近づける。これにより、燃焼温度を、温間時よりも高めるようにする。

[0090] エンジン 1 の冷機時には、第 1 噴射と第 2 噴射との間隔を、エンジン 1 の温間時よりも狭くする。これにより、混合気層の局所的な当量比が高くなり、燃焼温度の向上が図られる。

[0091] こうして、エンジン 1 の冷機時には、断熱ガス層を無くす、又は、薄くすることによって、燃焼室 17 内から燃焼室 17 の壁面に熱が伝達するようになる（つまり、温間時のように、熱の伝達が抑制されない）。また、エンジン 1 の温間時よりも、燃焼室 17 内の混合気が燃料リッチとなり、しかも、第 1 噴射と第 2 噴射との間隔が相対的に狭いため、混合気層の局所的な当量比が高まる。その結果、燃焼温度を高くすることが可能になり、エンジン 1 の暖機を促進することができる。

[0092] エンジン 1 の冷却水の温度が所定温度に到達して、エンジン 1 の暖機が完了すれば、エンジン制御器 100 は、図 4 の上図に示すように、燃料の噴射時期を、冷機時よりも遅角させる。こうして、燃焼室 17 内に、混合気層とその周囲の断熱ガス層とを確実に形成する（図 2 参照）。また、燃焼室 17 内のガス全体の当量比 ϕ を、冷機時よりも小さくして、リーンにすることで、燃焼温度を低くする。こうしてエンジン 1 の温間時は、冷却損失を低減させることによって熱効率の向上を図る。

[0093] このように、エンジン制御器 100 は、触媒コンバータ 192 の活性状態及びエンジン 1 の温度状態に応じて、燃料の噴射態様を変更することにより、触媒コンバータ 192 が未活性でかつ、エンジン 1 が冷機状態でエンジン 1 を始動するときには、先ず、断熱ガス層を厚くして、触媒コンバータ 192 の活性化を図り、その後、断熱ガス層を薄くして、エンジン 1 の暖機を促進し、エンジン 1 の暖機完了後は、再び、断熱ガス層を厚くして、冷却損失の低減を図ることになる。

[0094] 尚、前記の構成では、触媒コンバータ 192 の活性時でかつ、エンジン 1 の冷機時に、燃焼室 17 内の断熱ガス層を無くす、又は、薄くするようにしているが、例えば燃焼室 17 内の壁面付近に混合気層を設けると共に、燃焼室 17 内の中央部に混合気層よりも燃料リーンな層を設けるようにしてもよい。このような、いわゆる逆成層化によって、燃焼室 17 の壁面の付近で混合気を燃焼させることが可能になり、燃焼室 17 内から燃焼室 17 の壁面への熱の伝達を、さらに促進することが可能になる。このような逆成層化は、

燃料噴射弁 6 を通じた、燃焼室 17 内への燃料の噴射態様（噴射時期、リフト量及び噴射期間）を適宜調整することによって、実現可能である。

[0095] 触媒コンバータ 192 の未活性時には、触媒コンバータ 192 の活性化がより促進するように、前述した燃料噴射態様に対し、以下のような種々の方策を組み合わせてもよい。また、前述した燃料噴射態様に代えて、以下のような種々の方策を行ってもよい。例えば、排気側への熱流束を上げるために、排気流量が増えるようエンジン 1 のアイドル回転数を高くするようにしてもよい。また、混合気が着火し難いようなときには、着火アシストシステム 56 を作動させることによって、混合気を確実に着火させるようにしてもよい。また、前記のようにシリンダ 11 に導入する空気量を減らすのではなく、充填量を増やして排気流量が増えるように、スロットル弁 55 の開度を開けるようにしたり、吸気弁 21 の閉弁時期を吸気下死点付近に設定したりしてもよい。

[0096] また、排気ガスの温度がより高くなるように、排気弁 22 の開弁時期を進角させてもよい。さらに、燃焼室 17 内に形成する混合気層において、排気側に近い領域では、空燃比が相対的にリッチになるよう混合気層を形成することで、高温の排気ガスが速やかに排出されて触媒コンバータ 192 に供給されるようにしてもよい。

[0097] また、触媒コンバータ 192 が未活性であって、温度が所定温度を超えた状態のときには、燃料噴射時期を、さらに遅角させることで、燃焼の終了時期を遅くして、排気ガスの温度を、より高めるようにしてもよい。また、シリンダ 11 内に導入する空気量を減らす代わりに、燃料噴射量を増やして、混合気層の局所的な当量比 ϕ を 1 以上としてもよい。

[0098] 触媒コンバータ 192 の活性時でかつ、エンジン 1 の冷機時には、エンジン 1 の暖機がより促進するように、前述した燃料噴射態様に対し、以下のような種々の方策を組み合わせてもよい。また、前述した燃料噴射態様に代えて、以下のような種々の方策を行ってもよい。例えば燃焼室 17 の壁面付近での流速を高めて、燃焼室 17 内から燃焼室 17 の壁面への熱の伝達が促進

されるように、シリンダ 11 内にスワールを発生させてもよい。尚、エンジン 1 の温間時や触媒コンバータ 192 の未活性時に、断熱ガス層を形成する場合は、前述したように、燃焼室 17 内のガス流動は弱いことが望ましい。また、燃焼時期が早まるように、燃料の噴射時期をさらに進角させるようにしてもよい。また、吸気弁 21 の閉弁時期を吸気下死点付近にして有効圧縮比を高めることによって、CAI による燃焼時期が早まるようにしてもよい。さらに、さらに、シリンダ 11 内に導入する空気の温度が高まるように、吸気通路 181 に介設したインターウォーマーを通過する流量を増やしてもよい。また、過給機付きのエンジンにおいては、インタークーラーをバイパスする流量が増えるようにして、シリンダ 11 内に導入する空気の温度を高めてもよい。

[0099] 尚、エンジン 1 の温間時、エンジン 1 の冷機時、及び、触媒コンバータ 192 の未活性時のそれぞれにおいて、第 2 噴射は、図 9 に示すように、複数の燃料噴射を含む多段噴射によって構成してもよい。前述の通り、ピエゾ素子を有する燃料噴射弁 6 は高応答であり、1~2 msec の間に 20 回程度の多段噴射が可能である。第 2 噴射を多段噴射にした場合も、噴射した燃料噴霧は、図 5 に示すように、燃料噴射弁 6 の近くでかつ、燃料噴射弁 6 の噴射軸心 S に近づくようになる。尚、図 9 の例では、第 2 噴射を構成する各燃料噴射同士の間隔を、実質的にゼロにしているが、燃料噴射と燃料噴射との間に所定の間隔を設けてもよい。

[0100] 前記の例では、燃料噴射弁 6 として外開弁式の燃料噴射弁を採用しているが、ここに開示する技術に適用可能な燃料噴射弁 6 は、外開弁式の燃料噴射弁に限らない。例えば VCO (Valve Covered Orifice) ノズルタイプのインジェクタも、ノズル口に発生するキャビテーションの度合い調整することにより、噴口の有効開口面積を変更することが可能である。従って、外開弁式の燃料噴射弁と同様に、図 4 又は図 9 に示す燃料噴射態様によって、キャビティ 163 内の中央部に混合気層を、その外周囲に断熱ガス層を形成すると共に、局所的に過濃な混合気が形成さ

れることを抑制することが可能である。

[0101] 尚、前記の例では、燃焼室及び吸気ポートの遮熱構造を採用すると共に、燃焼室内に断熱ガス層を形成するようにしたが、ここに開示する技術は、遮熱構造を採用しないエンジンに対しても適用することが可能である。

符号の説明

- [0102] 1 エンジン（エンジン本体）
1 0 0 エンジン制御器（燃料噴射制御部）
1 1 シリンダ
1 2 シリンダブロック
1 3 シリンダヘッド
1 6 ピストン
1 7 燃焼室
1 9 2 触媒コンバータ（触媒装置）
5 5 スロットル弁（空気量調整手段）
5 1 0 EGRシステム（空気量調整手段）
6 燃料噴射弁

請求の範囲

[請求項1]

シリンダヘッドの天井部と、シリンダブロックに設けられたシリンダと、前記シリンダ内を往復動するピストンとによって区画される燃焼室を有して構成されたエンジン本体と、

前記燃焼室内に、液体の燃料を噴射するように配設された燃料噴射弁を有しかつ、所定のタイミングで前記燃料を前記燃焼室内に噴射するよう構成された燃料噴射制御部と、を備え、

前記燃料噴射制御部は、

前記エンジン本体の温度が所定温度以上となった温間時には、混合気が着火する時点で、前記燃焼室内に、混合気層と、その周囲の断熱ガス層とが形成されるように、所定の噴射態様で、前記燃焼室内に前記燃料を噴射し、

前記エンジン本体の温度が前記所定温度未満の冷機時には、前記エンジン本体の温度が低いほど、前記断熱ガス層が薄くなるように、前記燃焼室内への前記燃料の噴射態様を変更する直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

[請求項2]

請求項1に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において、

前記エンジン本体の排気側に配設されかつ、前記燃焼室から排出された排気ガスを浄化するよう構成された触媒装置をさらに備え、

前記燃料噴射制御部は、

前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温度が低いほど、前記断熱ガス層が薄くなるように、前記燃焼室内への前記燃料の噴射態様を変更し、

前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時よりも前記断熱ガス層が厚くなるように、所定の噴射態様で、前記燃焼室内に燃料を噴射する直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

[請求項3]

請求項2に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において

前記燃料噴射制御部は、

前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記断熱ガス層が厚くなるよう前記燃料の噴射開始時期を所定の時期に遅角し、

前記触媒装置の活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時よりも、前記燃料の噴射開始時期を進角する直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

[請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において、

前記燃料噴射制御部は、複数の燃料噴射を含む分割噴射を行い、

前記燃料噴射制御部は、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温間時よりも、前記分割噴射における噴射と噴射との間の休止時間を短くする直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

[請求項5] 請求項2又は請求項3に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において、

前記シリンダ内に導入される空気量を調整するよう構成された空気量調整手段をさらに備え、

前記空気量調整手段は、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記エンジン本体の冷機時には、前記エンジン本体の温間時よりも、前記シリンダ内に導入される前記空気量を少なくすることで、前記燃焼室内のガスの当量比を1に近づける直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

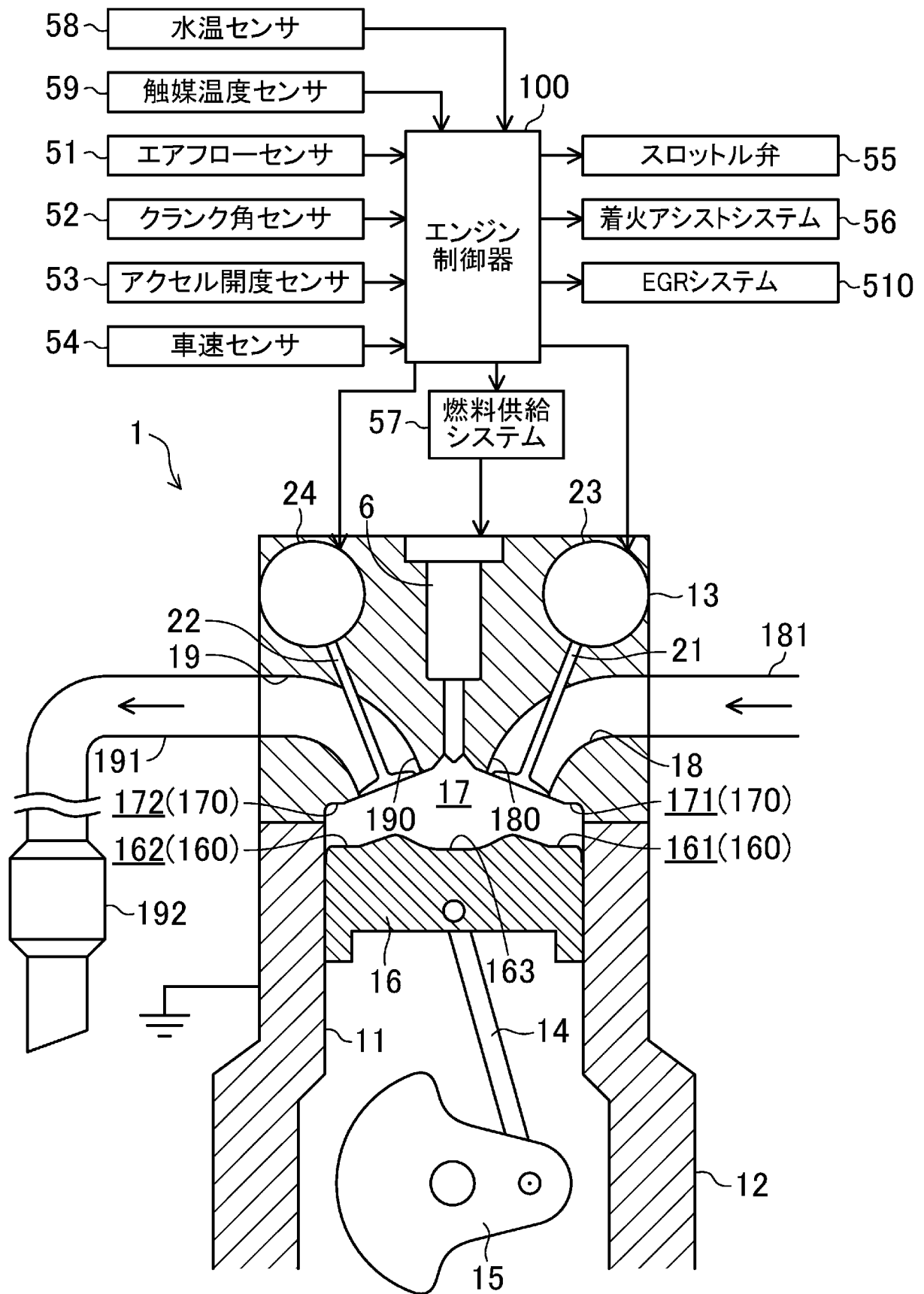
[請求項6] 請求項5に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において、

前記空気量調整手段は、前記触媒装置の未活性時でかつ、前記触媒装置の温度が所定温度を超えたときには、前記混合気層の当量比を1以上にすると共に、前記燃焼室内のガス全体の当量比を1に、又は、前記触媒装置の温度が前記所定温度以下のときよりも1に近づける直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

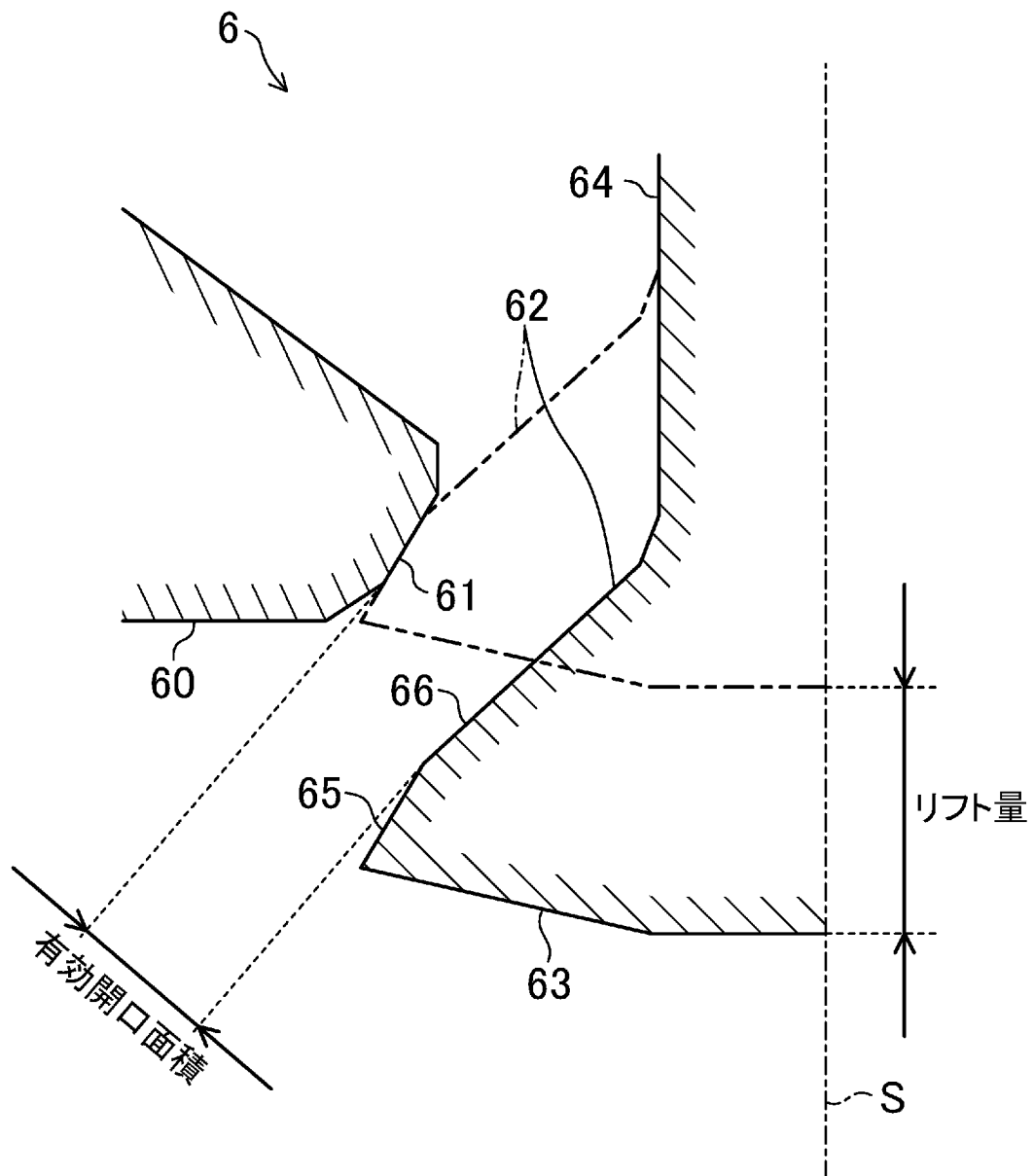
[請求項7] 請求項5又は請求項6に記載の直噴エンジンの燃料噴射制御装置において、

前記空気量調整手段は、前記シリンダ内に既燃ガスを導入することによって、前記シリンダ内に導入される前記空気量を少なくする直噴エンジンの燃料噴射制御装置。

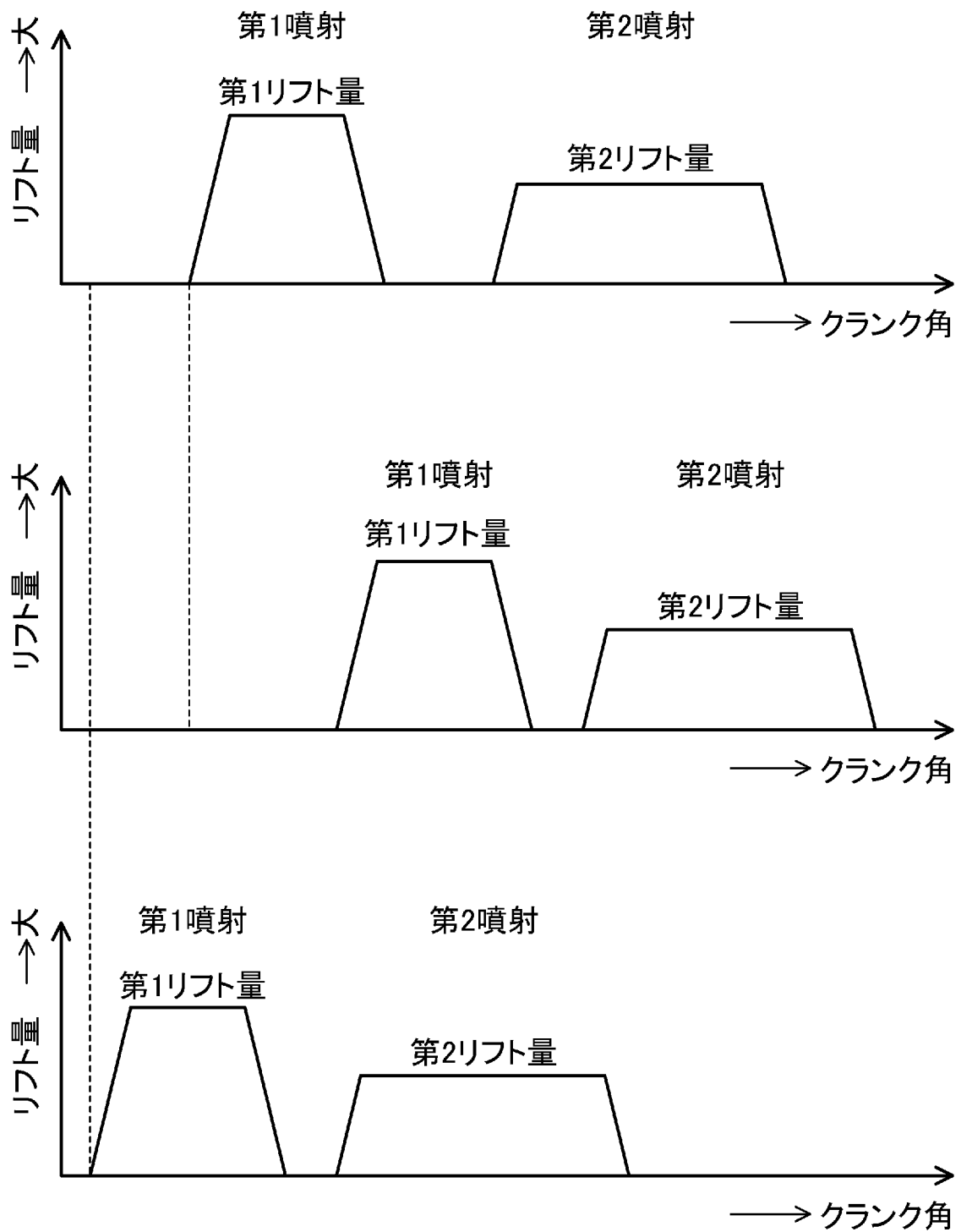
[図1]



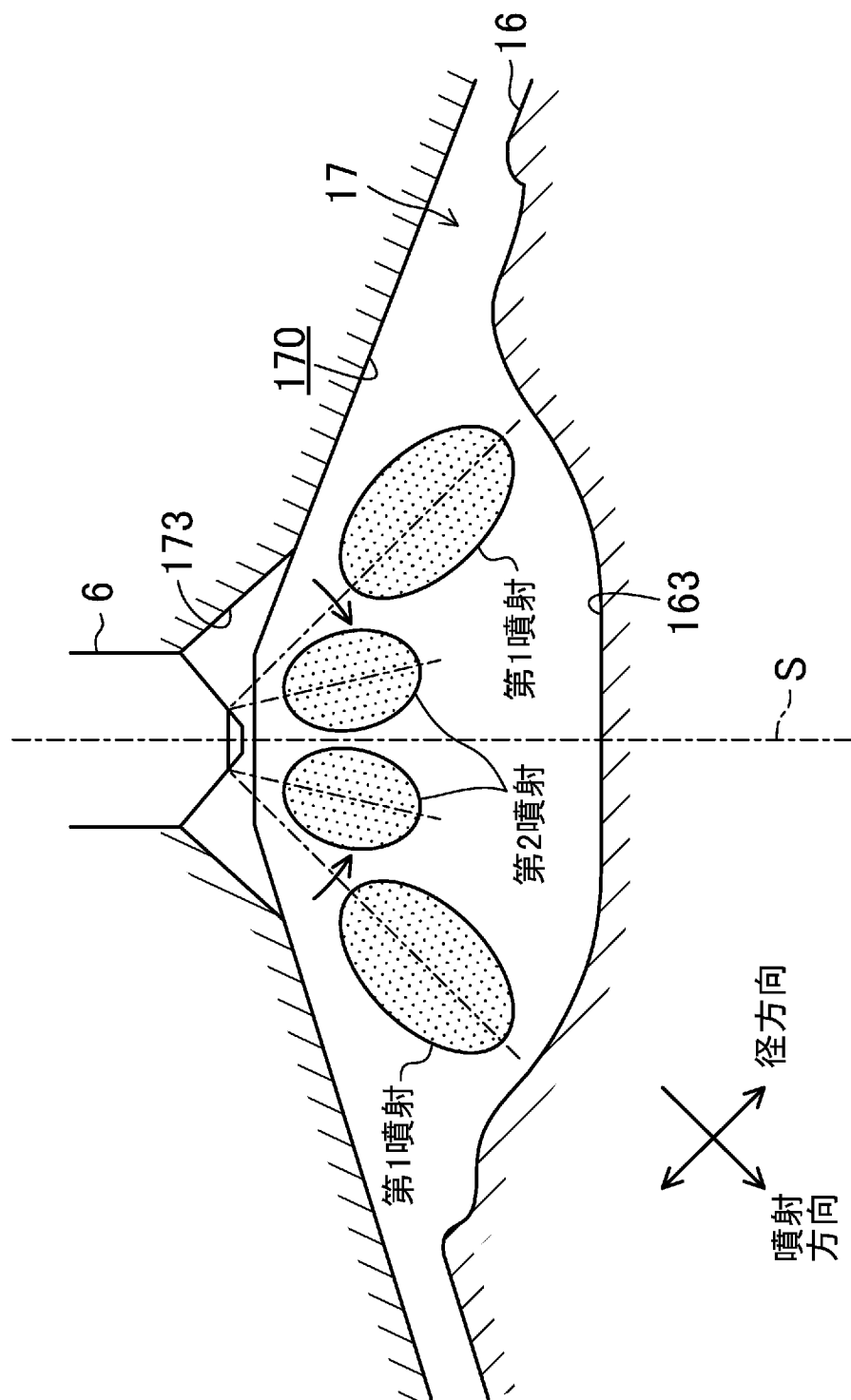
[図3]



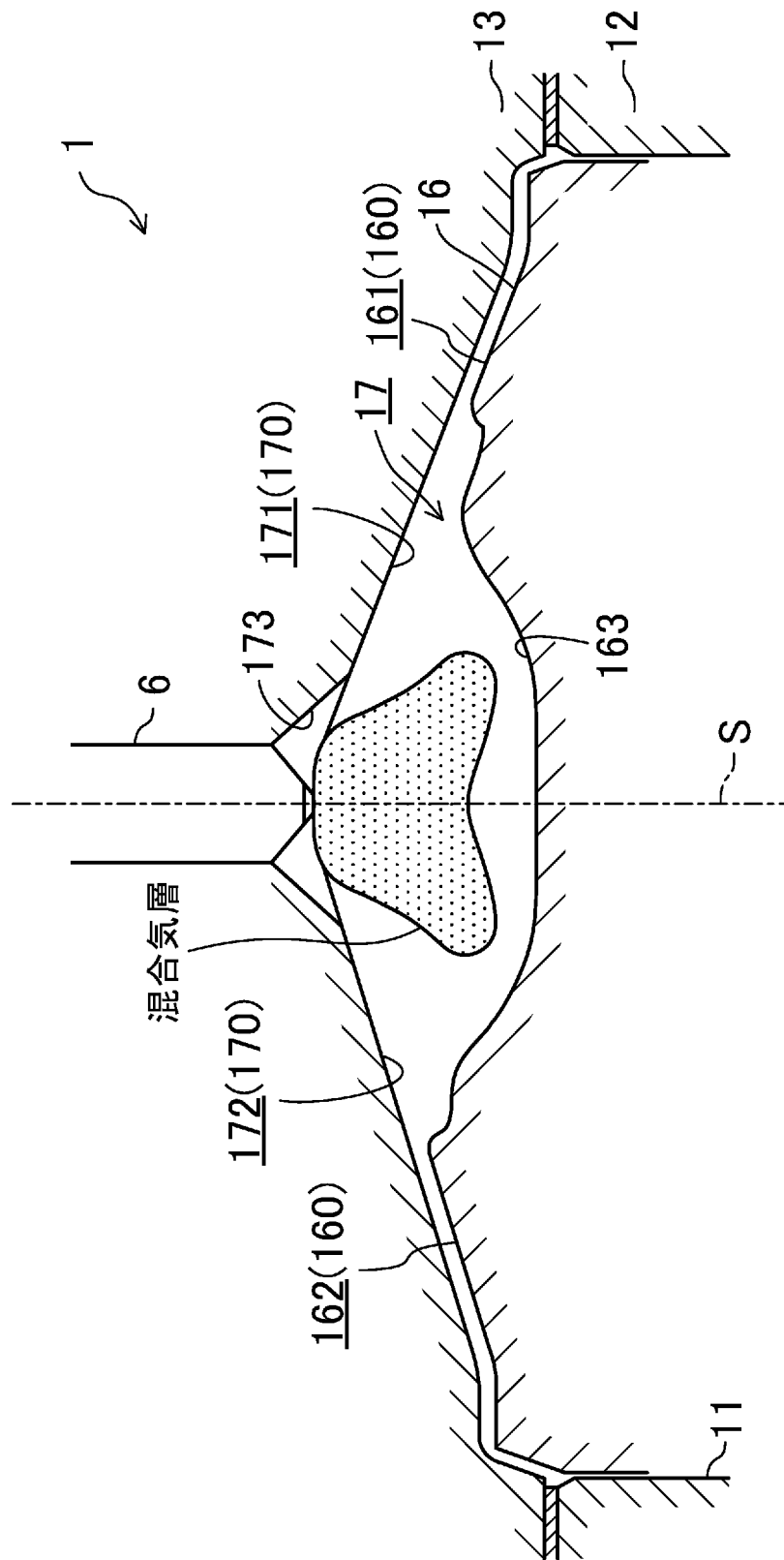
[図4]



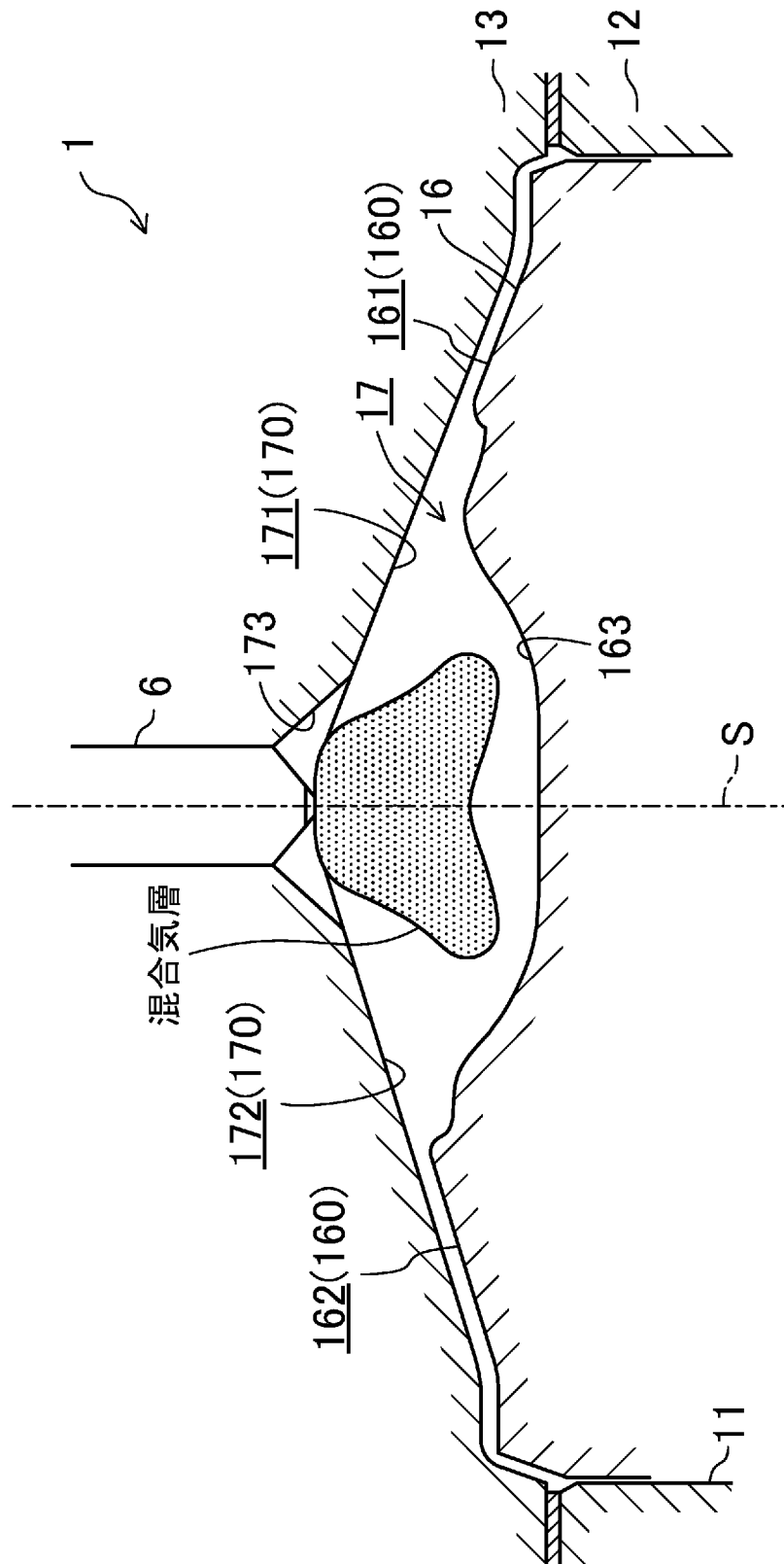
[図5]



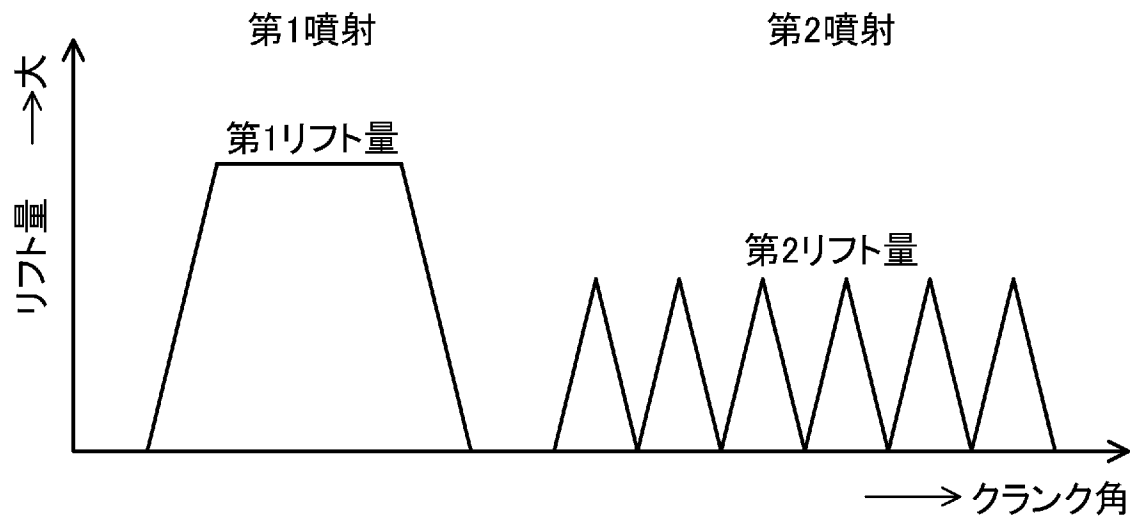
[図6]



[図7]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/06(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02D21/08(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)

F02D41/00-45/00, F02D13/00-13/02, F02D21/08

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 2010-285998 A (Mazda Motor Corp.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 1 (Family: none)	1 2-3
Y	JP 2013-155751 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraphs [0024] to [0057] (Family: none)	2-3
Y	JP 2006-336502 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 14 December 2006 (14.12.2006), paragraphs [0002] to [0003] (Family: none)	3

☒ 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
09 June 2016 (09.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

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/JP2016/001513

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-185688 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 20 August 2009 (20.08.2009), paragraphs [0032] to [0037] (Family: none)	4
A	JP 2014-92123 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 19 May 2014 (19.05.2014), paragraphs [0023] to [0027], [0032] (Family: none)	5-7
A	JP 2013-57266 A (Mazda Motor Corp.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0045] to [0064] (Family: none)	7
A	JP 2007-92633 A (Mazda Motor Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), entire text (Family: none)	1-7
P, A	JP 2015-169139 A (Mazda Motor Corp.), 28 September 2015 (28.09.2015), entire text (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D41/06(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i,
F02D13/02(2006.01)i, F02D21/08(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. F02D41/00-45/00, F02D13/00-13/02, F02D21/08

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 2010-285998 A（マツダ株式会社）2010.12.24, 段落 [0026] - [0028], [図1]（ファミリーなし）	1 2-3
Y	JP 2013-155751 A（日産自動車株式会社）2013.08.15, 段落 [0024] - [0057]（ファミリーなし）	2-3
Y	JP 2006-336502 A（日産自動車株式会社）2006.12.14, 段落 [0002] - [0003]（ファミリーなし）	3

☑ 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

09.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

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）

藤村 泰智

3Z

9247

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
A	JP 2009-185688 A (日産自動車株式会社) 2009. 08. 20, 段落 [0032] – [0037] (ファミリーなし)	4
A	JP 2014-92123 A (富士重工業株式会社) 2014. 05. 19, 段落 [0023] – [0027], [0032] (ファミリーなし)	5 – 7
A	JP 2013-57266 A (マツダ株式会社) 2013. 03. 28, 段落 [0045] – [0064] (ファミリーなし)	7
A	JP 2007-92633 A (マツダ株式会社) 2007. 04. 12, 全文 (ファミリーなし)	1 – 7
P, A	JP 2015-169139 A (マツダ株式会社) 2015. 09. 28, 全文 (ファミリーなし)	1 – 7