

(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
2018年12月6日(06.12.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/221076 A1

(51) 国際特許分類:

F02M 61/18 (2006.01) *F02D 41/04* (2006.01)
F02B 23/08 (2006.01) *F02D 43/00* (2006.01)
F02B 23/10 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
F02B 31/00 (2006.01) *F02F 1/42* (2006.01)
F02B 31/04 (2006.01) *F02M 61/14* (2006.01)
F02B 31/06 (2006.01)

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 保坂 知幸 (HOSAKA Tomoyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 石井英二 (ISHII Eiji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 吉村 一樹 (YOSHIMURA Kazuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 杉井 泰介 (SUGII Taisuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 草壁 亮 (KUSAKABE

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016524

(22) 国際出願日: 2018年4月24日(24.04.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

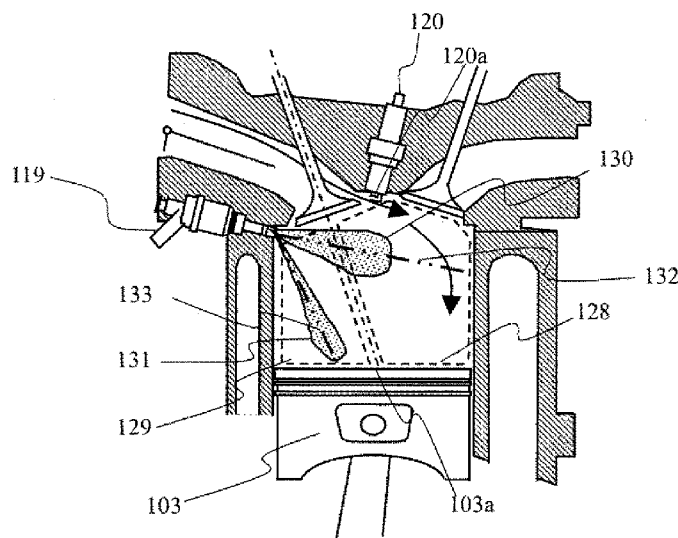
(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-107319 2017年5月31日(31.05.2017) JP

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE AND ENGINE SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁及びエンジンシステム

図5



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a fuel injection valve capable of forming a highly homogeneous fuel spray in a combustion chamber and reducing wall adhesion. To this end, the fuel injection valve of the present invention, which injects fuel directly into a combustion chamber, is configured to include a first injection hole group in which the central axis of the fuel injection hole is directed closer to a spark plug tip portion than to the piston upper surface center side, and a second injection hole group in which the central axis of the fuel injection hole is directed closer to the piston upper surface center side than to the spark plug tip portion. The flow rate of the spray injected from the fuel injection hole of the first injection hole group is larger and the penetration of the spray is smaller than those of the fuel injection hole of the second injection hole group.



Ryo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
助川 義寛(SUKEGAWA Yoshihiro); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株
式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 猿渡 匡行
(SARUWATARI Masayuki); 〒3128503 茨城県
ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモ
ティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東
京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式
会社日立製作所内 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, JO, 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: 本発明の目的は、燃焼室内に高均質な燃料噴霧が形成でき、かつ壁面付着を低減する燃料噴射弁を提供することにある。このため本発明の燃料噴射弁は、燃焼室に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁において、燃料噴射孔の中心軸がピストン上面中心よりも点火プラグ先端部の側を指向する第1噴射孔グループと、燃料噴射孔の中心軸が前記点火プラグ先端部よりも前記ピストン上面中心の側を指向する第2噴射孔グループを有し、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔は、前記第2噴射孔グループの燃料噴射孔から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成される。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射弁及びエンジンシステム

技術分野

[0001] 本発明は、ガソリンエンジン等の内燃機関に用いられる燃料噴射弁、及びエンジンシステムに関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車におけるガソリンエンジンは燃費改善の要求が高まっており、燃費に優れたエンジンとして、燃焼室内に燃料を直接噴射し、噴射された燃料と吸入空気との混合気を点火プラグで点火して爆発させる筒内噴射式エンジンが普及してきている。しかし、筒内噴射式エンジンは噴射地点から壁面までの距離が短いために燃料が燃焼室内に付着しやすく、温度の低い壁面に付着した燃料が不完全燃焼することで発生する粒子状物質（Particulate Matter：PM）の抑制が課題となっている。この課題を解決するためには、燃焼室内の混合気形成の最適化が必要である。

[0003] また、近年では、燃料と空気との理論混合比（ストイキ）よりも空気の比率を高くする希薄（リーン）燃焼を行い、冷却損失を低減し熱効率を向上する技術が注目されている。しかしながら、リーン燃焼では、燃焼室内の燃焼速度が低下することによってエンジンの効率が低下したり、異常燃焼が起こるなどの問題がある。この問題を解決するため、例えば特許文献1には、吸気ポートにバルブを設置し、希薄燃焼時に流路を絞り高速流を偏在させ、燃焼室内の流動（タンブル）を強化することで、燃焼速度を向上する技術が記載されている。一方で、希薄混合気を筒内に均質に分布させて燃焼する、均質希薄燃焼の高効率化のためには、均質度が高く、壁面への付着量の小さい噴霧の実現が求められる。特許文献2には、空気流動の小さい低回転領域での噴霧を最適化する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-55925号公報

特許文献2：特開2005-248857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2に開示されている技術は、空気流動の小さい低回転領域での噴霧を最適化する。しかしながら、特許文献2に開示されている技術には、タンブル制御バルブ閉弁時の高速流が偏在する場合についての記載はなく、高均質混合気の形成と壁面付着の低減は困難であった。

[0006] 以上の課題を鑑みて、本発明の目的は、燃焼室内に高均質な燃料噴霧が形成でき、かつ壁面付着を低減する燃料噴射弁を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の燃料噴射弁は、燃焼室に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁において、燃料噴射孔の中心軸がピストン上面中心よりも点火プラグ先端部の側を指向する第1噴射孔グループと、燃料噴射孔の中心軸が前記点火プラグ先端部よりも前記ピストン上面中心の側を指向する第2噴射孔グループを有し、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔は、前記第2噴射孔グループの燃料噴射孔から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、燃焼室内に高均質な燃料噴霧が形成でき、かつ壁面付着を低減する燃料噴射弁を提供することができる。本発明のその他の構成、作用、効果については以下の実施例において詳細に説明する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明に係る内燃機関の構成の概要を示した図である。

[図2]本発明の第1実施例に係るインジェクタを示した図である。

[図3]本発明の第1実施例に係る内燃機関の断面図（タンブル制御バルブ開弁時）である。

[図4]本発明の第1実施例に係る内燃機関の断面図（タンブル制御バルブ閉弁時）である。

[図5]本発明の第1実施例に係る内燃機関の燃料噴射を示した図である。

[図6]本発明の第1実施例に係る内燃機関の燃料噴射直後の混合気を示した図である。

[図7]本発明の第1実施例に係る内燃機関の、圧縮行程中期における混合気を示した図である。

[図8]本発明の第1実施例に係る内燃機関の、圧縮行程後期における混合気を示した図である。

[図9]本発明の第1実施例に係るインジェクタから噴射される噴霧を示した図である。

[図10]本発明の第1実施例に係るインジェクタの先端の拡大正面図である。

[図11]本発明の第1実施例に係るインジェクタの先端の拡大断面図である。

[図12]本発明の第1実施例に係るインジェクタの先端と噴霧を示した図である。

[図13]本発明の第1実施例に係る内燃機関の、タンブル制御バルブ開弁時の燃料噴射（制御前）を示した図である。

[図14]本発明の第1実施例に係る内燃機関の、タンブル制御バルブ開弁時の燃料噴射（制御後）を示した図である。

[図15]本発明の第1実施例に係る内燃機関の、タンブル制御バルブの開度による燃料供給圧力を示した図である。

[図16]本発明の第2実施例に係るインジェクタの先端の拡大正面図である。

[図17]本発明の第2実施例に係るインジェクタの先端の拡大断面図である。

[図18]本発明の第2実施例に係るインジェクタの先端と噴霧を示した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る実施例を説明する。

実施例 1

[0011] 本発明の第１の実施例に係る内燃機関および燃料噴射弁（インジェクタ）について、図１と図２を用いて以下説明する。

図１は、筒内噴射式エンジンの構成の概要を示した図である。図１を用いて筒内噴射式エンジンの基本的な動作を説明する。図１において、シリンダヘッド１０１とシリンダブロック１０２、シリンダブロック１０２に挿入されたピストン１０３により燃焼室１０４が形成され、燃料室１０４に向けて吸気管１０５と排気管１０６がそれぞれ２つに分岐して接続されている。吸気管１０５の開口部には吸気弁１０７が、排気管１０６の開口部には排気弁１０８がそれぞれ設けられ、カム動作方式により開閉するように動作する。

[0012] ピストン１０３はコンロッド１１４を介してクランク軸１１５と連結されており、クランク角センサ１１６によりエンジン回転数を検知できる。回転数の値はＥＣＵ（エンジンコントロールユニット）１１８に送られる。クランク軸１１５には図示しないセルモータが連結され、エンジン始動時にはセルモータによりクランク軸１１５を回転させ始動することができる。シリンダブロック１０２には水温センサ１１７が備えられ、図示しないエンジン冷却水の温度を検知できる。エンジン冷却水の温度はＥＣＵ１１８に送られる。

[0013] 図１は１気筒のみの記述だが、吸気管１０５の上流には図示しないコレクタが備えられ、気筒ごとに空気を分配する。コレクタの上流には図示しないエアフローセンサとスロットル弁が備えられ、燃料室１０４に吸入される空気量をスロットル弁の開度によって調節できる。

[0014] 燃料は燃料タンク１０９に貯蔵され、フィードポンプ１１０によって高圧燃料ポンプ１１１に送られる。フィードポンプ１１０は燃料を０．３ＭＰａ程度まで昇圧して高圧燃料ポンプ１１１に送る。高圧燃料ポンプ１１１により昇圧された燃料はコモンレール１１２に送られる。高圧燃料ポンプ１１１は燃料を３０ＭＰａ程度まで昇圧してコモンレール１１２に送る。コモンレール１１２には燃圧センサ１１３が設けられ、燃料圧力（燃圧）を検知する。燃圧の値はＥＣＵ１１８に送られる。

[0015] 図2は、本実施例の燃料噴射弁の例として、電磁式燃料噴射弁の例を示す図である。図2を用いて噴射装置の基本的な動作を説明する。図2において、燃料は燃料供給口212から供給され、燃料噴射弁の内部に供給される。図2に示す電磁式燃料噴射弁119は、通常時閉型の電磁駆動式であって、コイル208に通電がないときには、弁体201がスプリング210によって付勢され、ノズル体204に溶接などで接合されたシート部材202に押し付けられ、燃料がシールされるようになっている。弁体201の弁体シート部が着座するシート部材202のシート部の下流側には複数の燃料噴射孔301（噴射孔）が形成される。このとき、筒内噴射用燃料噴射弁では、供給される燃料圧力がおよそ1MPaから50MPaの範囲である。

[0016] コネクタ211を介してコイル208に通電されると、電磁弁の磁気回路を構成するコア（固定コア）207、ヨーク209、アンカー206に磁束密度を生じて、空隙のあるコア207とアンカー206の間に磁気吸引力を生じる。磁気吸引力が、スプリング210の付勢力と前述の燃料圧力による下流方向への付勢力を合算した付勢力よりも大きくなると、弁体201はガイド部材203、弁体ガイド205にガイドされながらアンカー206によってコア207側に吸引され、開弁状態となる。開弁状態となると、シート部材202のシート部から弁体201の弁体シート部が離座するため、これらの間に隙間が生じる。これにより高圧の燃料がシート部材202に形成された燃料噴射孔を介して、噴射される。燃料の噴射が開始されると、燃料圧力として与えられたエネルギーは運動エネルギーに変換され、燃料噴射弁下端部に空いた燃料噴射孔に至り噴射される。

[0017] 図3は、図1と同じ断面の、燃焼室内の拡大図である。気筒の径方向側面部に燃料噴射弁119が備えられている。点火プラグ120は気筒の軸方向上面部で排気管106の近傍に備えられている。吸気ポート105には隔壁121が取り付けられる。この隔壁121は吸気ポート105の通路を気筒軸方向において上下に仕切るように構成される。つまり、吸気ポート105の空気流路が隔壁121により上側流路と下側流路とに分けられる。タンブル

制御バルブ 122 は隔壁 121 の上流側に配置され、吸気ポート 105 の流路の一部が開閉されるように制御される。具体的にはタンブル制御バルブ 122 は隔壁 121 によって形成される吸気ポート 105 の下側流路の開閉を行う。

[0018] ECU 118 はセンサの信号をモニタし、第 1 の燃料噴射弁 119 や点火プラグ 120、高圧燃料ポンプ 111、タンブル制御バルブ 122 といったデバイスの作動を制御できる。ECU 118 の ROM には一般的に用いられるエンジン回転数や水温、空燃比に応じた各種デバイスの設定値がマップデータとして記録されている。図 3 は、タンブル制御バルブ 122 が開き状態であり、吸気行程において隔壁 121 の上側流路を通る流れ 123 と隔壁の下部流路を通る流れ 124 が形成される。

[0019] 図 4 は図 3 と同じ断面の、タンブル制御バルブ 122 が閉じた状態を示した図である。吸気ポート 105 に付与された隔壁 121 の上側流路を通る流れ 125 は、燃焼室内に強い流れを形成する。一方、隔壁 121 に阻害されることで、下側流路の流れ 126 は流れ 125 に比べて弱い流れとなる。このとき、バルブの中心軸 127 をピストン上部まで延在させて燃焼室内の領域を領域 128 と領域 129 に分けた場合、吸気行程において、領域 128 には強い流れが形成し、領域 129 には弱い流れが形成される。

[0020] 図 5 は、図 4 と同じ断面において、ピストン 103 が下降中に燃料噴射弁 119 から燃料を噴射した場合の模式図である。インジェクタ 119 から流動の強い領域 128 へと燃料噴霧 130 を噴射し、流動の弱い領域 129 へと燃料噴霧 131 を噴射する。すなわち、燃焼室 104 に直接、燃料を噴射するインジェクタ 119 において、燃料噴射孔 301 の中心軸 305 がピストン上面中心 103a よりも点火プラグ先端部 120a の側を指向する第 1 噴射孔グループ 140 と、燃料噴射孔の中心軸が点火プラグ先端部 120a よりもピストン上面中心 103a の側を指向する第 2 噴射孔グループ 141 を有する。そして第 1 噴射孔グループ 140 の燃料噴射孔 (301a、301b、301c) から燃料噴霧 130 を噴射し、第 2 噴射孔グループ 141

の燃料噴射孔（３０１ｄ、３０１ｅ、３０１ｆ）から燃料噴霧１３１を噴射する。なお、燃料噴霧１３０は第１噴射孔グループ１４０の燃料噴射孔（３０１ａ、３０１ｂ、３０１ｃ）のうちの一つの燃料噴射孔からの燃料噴霧を示し、同様に燃料噴霧１３１は第２噴射孔グループ１４１の燃料噴射孔（３０１ｄ、３０１ｅ、３０１ｆ）のうちの一つの燃料噴射孔からの燃料噴霧を示す。１３２は燃料噴霧１３０の中心軸の噴霧方向を示し、これは第１噴射孔グループ１４０の燃料噴射孔（３０１ａ、３０１ｂ、３０１ｃ）の中心軸とほぼ同様の方向である。同様に１３３は燃料噴霧１３１の中心軸の噴霧方向を示し、これは第２噴射孔グループ１４１の燃料噴射孔（３０１ｄ、３０１ｅ、３０１ｆ）の中心軸とほぼ同様の方向である。

[0021] そして本実施例の燃料噴射弁は、ピストン１０３が下死点にいる状態において、第１噴射孔グループ１４０の燃料噴射孔（３０１ａ、３０１ｂ、３０１ｃ）は、第２噴射孔グループ１４１の燃料噴射孔（３０１ｄ、３０１ｅ、３０１ｆ）から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成される。つまり、流動の強い領域１２８に対しては、第１噴射孔グループ１４０の燃料噴射孔（３０１ａ、３０１ｂ、３０１ｃ）により領域１２９への噴霧に比べて燃料の噴射流量が大きく、かつ噴霧の貫徹力（ペネトレーション）が小さくなるようにする。これにより、強い流動による燃料の分散効果を得ることができ、かつシリンダへの燃料の付着を低減することができる。一方、流動の弱い領域１２９に対しては第２噴射孔グループ１４１の燃料噴射孔（３０１ｄ、３０１ｅ、３０１ｆ）により、領域１２８への噴霧に比べて燃料噴霧１３１が小流量とし、また流れによる分散性も弱いため、噴霧の貫徹力（ペネトレーション）が燃料噴霧１３０に比べて強くなるようにする。これにより、燃料噴霧１３１の有する運動量で燃料を拡散させることができる。

[0022] すなわち、第１噴射孔グループの噴射孔から噴射される噴霧は、第２噴射孔グループの噴射孔から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成することで、流動の強い領域１２８と流動

の弱い領域 1 2 9 のそれぞれに対し、分散性に優れ、付着量の少ない噴霧を実現できる。

[0023] 図 6 は、燃料噴射直後における燃料の存在領域を示した図である。燃料噴霧 1 3 0 は流量が多いために、広い範囲で燃料分布 1 3 0 a を形成し、燃料噴霧 1 3 1 は流動の弱い領域に燃料分布 1 3 1 a を形成する。このとき、筒内に形成された順タンブル方向（図の時計回り方向）のタンブル 1 3 4 によって、燃料分布は順タンブル方向に移動する。

[0024] 図 7 は、ピストン 1 0 3 が上方向に動作する圧縮行程中（圧縮行程初期）の燃料室内の燃料分布を示した図である。燃料分布 1 3 0 a と燃料分布 1 3 1 a は順タンブル方向に移動し、それぞれ燃料分布 1 3 0 b と燃料分布 1 3 1 b を形成する。図 8 は圧縮行程後期の燃料分布を示した図である。燃料分布 1 3 0 b と燃料分布 1 3 1 b は、燃料室内に均質混合気 1 3 5 を形成する。

[0025] 以上の通り本実施例の燃料噴射弁は、上記したように燃料噴射孔 3 0 1 の中心軸 3 0 3 がピストン上面中心 1 0 3 a よりも点火プラグ先端部 1 2 0 a の側を指向する第 1 噴射孔グループ 1 4 0 と、燃料噴射孔 3 0 1 の中心軸 3 0 3 が点火プラグ先端部 1 2 0 a よりもピストン上面中心 1 0 3 a の側を指向する第 2 噴射孔グループ 1 4 1 を有する。そして、第 1 噴射孔グループ 1 4 0 の燃料噴射孔（3 0 1 a、3 0 1 b、3 0 1 c）は、第 2 噴射孔グループ 1 4 1 の燃料噴射孔（3 0 1 d、3 0 1 e、3 0 1 f）から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成される。これにより、流動の強い領域に対してはタンブル流による分散を、流動の弱い領域に対しては噴霧の運動量による分散を行う。よって、タンブル制御弁が閉まり高速流動が偏在する燃焼室においても、均質性の高く、壁面への付着の少ない混合気を形成することができる。

[0026] 図 9 は、燃料噴射弁 1 1 9 に付与された第 1 噴射孔グループ 1 4 0 の燃料噴射孔（3 0 1 a、3 0 1 b、3 0 1 c）から噴射される燃料噴霧 1 3 0 と、第 2 噴射孔グループ 1 4 1 の燃料噴射孔（3 0 1 d、3 0 1 e、3 0 1 f

）から噴射される燃料噴霧131の模式図である。L130は第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）から噴射される燃料噴霧130のペネトレーションを表し、L131は第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301d、301e、301f）から噴射される燃料噴霧131のペネトレーションを表す。第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）から噴射される噴霧は、第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301d、301e、301f）から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションL130がペネトレーションL131よりも小さくなるように構成される。

[0027] 図10は、燃料噴射弁の先端の拡大図である。本実施例は、第1噴射孔グループ140が3つの燃料噴射孔（301a、301b、301c）からなり、第2噴射孔グループ141が3つの燃料噴射孔（301d、301e、301f）からなる、6噴射孔のマルチホール型の燃料噴射弁である。ただし、本発明は各噴射孔グループ（140、141）の燃料噴射孔の数が3つに限定されるものではない。本実施例において、第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）と第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301d、301e、301f）とが異なる孔径となるように構成される。具体的には第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）に比べ、第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301d、301e、301f）の孔径の方が小さくなるように構成される。これにより第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301d、301e、301f）から噴射される噴霧に比べ、第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）から噴射される噴霧の流量を大きくすることができる。第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔（301a、301b、301c）の中心軸303に垂直な方向の最小断面積が、第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔（301a、301b、301c）の中心軸303に垂直な方向の最小断面積と比べて小さくなるように構成されるとしても良い。

[0028] 図11は、第1噴射孔グループ140に属する燃料噴射孔(301a、301b、301c)の噴射孔軸303と、弁体軸305に平行な、燃料噴射弁先端の拡大断面図である。燃料噴射弁先端は、弁体201、シート部材202、サック室302で、弁座面304などにより構成される。燃料は弁体201とシート部材202の隙間を通り、流れ311の経路を通過して燃料噴射孔(301a、301b、301c)に流入するか、サック室302を経由し、流れ312の経路を通過して燃料噴射孔(301a、301b、301c)に流入する。本実施例では、第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔(301a、301b、301c)は、出口に向かって断面積が拡大するように構成される。出口に向かって流路が広がることで、主流方向の流速が低下するとともに、噴射孔出口での噴射方向306が広がり、ペネトレーションが低下する。

[0029] 図12は、第1噴射孔グループ140から噴射される燃料噴霧130と、第2噴射孔グループ141から噴射される燃料噴霧131の、燃料噴射弁近傍の拡大図である。第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔(301a、301b、301c)は上記したように出口に向かって広がりテーパを有しており、噴射孔出口より下流で噴霧が広がることで、ペネトレーションが低下する。すなわち、第1噴射孔グループ140の燃料噴射孔(301a、301b、301c)は噴射出口に向かって断面積が増加するテーパを有することで、第2噴射孔グループ141の燃料噴射孔(301d、301e、301f)から噴射される燃料噴霧131に比べ、ペネトレーションの小さい燃料噴霧130を噴射することができる。なお、第2噴射孔グループ141の燃料噴孔(301d、301e、301f)は、噴孔出口に向かって断面積が小さくなる、絞りテーパ形状としても良い。第2噴射孔グループ141の燃料噴孔(301d、301e、301f)を絞りテーパ形状とすることで、噴射孔出口での噴霧角が小さくなり、ペネトレーションが大きくなる。

[0030] 次に、タンブル制御バルブ122の開度による制御方法を、図13を用いて説明する。図13は、タンブル制御バルブ122が開き状態での、燃料噴

射を表した図である。タンブル制御バルブ 122 が開いた状態では、隔壁 121 の下部からの流れ込み 124 が発生することで、下向きの強い流れが形成される。これにより、貫徹力の弱い、第 1 噴射孔グループ 140 に属する燃料噴射孔 (301a、301b、301c) から噴射される燃料噴霧は、流れに負けて下向きに流れてしまい、燃焼室内に十分に分散されない。そこで、燃料噴射圧力を上昇させることで、図 14 に示すように、噴霧の貫徹力を上昇させ、燃焼室内に十分に燃料を分散させることができる。すなわち、タンブル制御バルブ 122 の開度を大きくするに従って、燃料の供給圧力を高めるように制御することで、燃焼室内に均質な混合気を形成することができる。具体的にはコモンレール 112 に燃料を供給する高圧燃料ポンプ 111 を制御することで供給燃料が高くなるように制御する。

[0031] 図 15 に、タンブル制御バルブ 122 と燃料供給圧力の関係を示す。内燃機関の制御装置である ECU 118 は、要求負荷が高い場合には、タンブル制御バルブ 122 の開度を上げる。このとき、燃料供給圧力をタンブル制御バルブ 122 の開度に応じて上げることで、第 1 噴射孔グループ 140 の燃料噴射孔 (301a、301b、301c) から噴射される噴霧の貫徹力を高め、燃焼室内に均質な混合気を形成することができる。一方、エンジンへの要求負荷が中・低負荷の場合には、リーン均質燃焼モードへと変わり、タンブル制御バルブ 122 の開度を小さくするように制御する。このとき、均質混合気と低付着量を両立するため、燃料供給圧力を下げ、第 1 噴射孔グループ 140 の燃料噴射孔 (301a、301b、301c) から噴射される噴霧の貫徹力を下げるように制御する。

[0032] 以上の通り図 3 に示したように、本実施例のエンジンシステムでは気筒の空気入口側の吸気ポート 105 に空気流路を気筒の軸方向上下に分ける隔壁 121 が設けられる。そしてこのエンジンシステムにおいて、隔壁 121 の下側流路を開閉する絞り弁 122 が設けられている。またこのエンジンシステムにおいて、低負荷、又は中負荷の状態では絞り弁 122 が閉じられるように制御する制御部を備えることが望ましい。またこのエンジンシステムにお

いて、絞り弁 122 の開度を大きくするに従って、燃料噴射弁 119 に供給する燃料圧力を高めるように制御する制御部（ECU）を備えることが望ましい。

[0033] 以上の本実施例によれば、吸気ポート 105 の流路を絞り燃焼室内に高速流が形成されている場合に、高均質で、壁面付着を低減する燃料噴射弁、又はエンジンシステムを提供することが可能となる。

実施例 2

[0034] 本発明の第 2 の実施例に係る燃料噴射弁について、図 16 から図 18 を用いて以下説明する。実施例 1 と筒内噴射式エンジン、及び燃料噴射弁の基本的な構成は同じなので説明を省略する。また同様の符号は実施例 1 と同じ機能を示すため説明を省略する。本実施例に係る燃料噴射弁は、燃料噴射孔の中心軸がピストン上面中心 103a よりも点火プラグ先端部 120a の側を指向する第 1 噴射孔グループ 143 に属する燃料噴射孔（301a'、301b'、301c'）において、噴孔軸に垂直な方向の断面がオーバル形状で構成され、オーバル形状の長軸方向が噴射孔軸方向によって変化するねじり噴射孔により構成される。その他の構成は第 1 の実施例と同一とする。燃料噴射孔の中心軸が点火プラグ先端部 120a よりもピストン上面中心 103a の側を指向する第 2 噴射孔グループ 144 に属する燃料噴射孔（301d'、301e'、301f'）については実施例 1 の燃料噴射孔（301d、301e、301f）と同様に真円形状で形成される。なお、オーバル形状は卵形、長円形、又は楕円形などを含む形状であるが、本実施例では特に楕円形であることが望ましい。以下においては楕円を例として説明するが、本発明はこれに限定されるわけではない。

[0035] 図 16 は、図 10 と同様の、燃料噴射弁先端の拡大図である。第 2 の実施例では、第 1 噴射孔グループ 143 が楕円噴孔（301a'、301b'、301c'）で構成される。図 17（a）に、図 11 と同様の、燃料噴射弁先端の拡大断面図を示す。本実施例に係る燃料噴射弁では、楕円噴孔（301a'、301b'、301c'）の中心軸 303 に垂直な方向の断面は楕

円で構成される。なお、断面の一部は真円としてもよい。図17(b)に、噴射孔入口と噴射孔出口での断面形状を示す。本実施例では、楕円噴孔(301a'、301b'、301c')の噴射孔入口の断面は真円で構成し、噴射孔出口の断面を楕円で構成する。また、楕円の長軸方向は、噴射孔軸方向によって変化するねじり噴射孔である。ねじり噴射孔を通る流れは、噴射孔の軸周りの回転方向の流れ(スワール)を形成する。

[0036] 図18は、第1噴射孔グループ143から噴射される燃料噴霧130と、第2噴射孔グループ144から噴射される燃料噴霧131の、燃料噴射弁近傍の拡大図である。第1噴射孔グループ143はねじり噴射孔(301a'、301b'、301c')により構成され、噴射孔出口より下流で噴霧が広がることで、ペネトレーションが低下する。すなわち、第1噴射孔グループ143の燃料噴射孔(301a'、301b'、301c')は噴孔軸303に垂直な方向の断面が楕円で構成され、楕円の長軸方向が噴射孔軸方向によって変化するねじり噴射孔により構成される。また実施例1と同様に第1噴射孔グループ143の全ての燃料噴射孔(301a'、301b'、301c')の最小断面積と比べて第2噴射孔グループ144の全ての燃料噴射孔(301d'、301e'、301f')の最小断面積が小さくなるように構成されることが望ましい。これにより、第2噴射孔グループ144の燃料噴射孔(301d'、301e'、301f')から噴射される燃料噴霧133に比べ、流量は大きく、かつ、ペネトレーションの小さい噴霧を噴射することができる。

符号の説明

- [0037] 101…シリンダヘッド
102…シリンダブロック
103…ピストン
104…燃焼室
105…吸気管
106…排気管

- 1 0 7 …吸気弁
- 1 0 8 …排気弁
- 1 0 9 …燃料タンク
- 1 1 0 …フィードポンプ
- 1 1 1 …高圧燃料ポンプ
- 1 1 2 …コモンレール
- 1 1 3 …燃圧センサ
- 1 1 4 …コンロッド
- 1 1 5 …クランク軸
- 1 1 6 …クランク角センサ
- 1 1 7 …水温センサ
- 1 1 8 …E C U
- 1 1 9 …燃料噴射弁
- 1 2 0 …点火プラグ
- 1 2 1 …隔壁
- 1 2 2 …タンブル制御バルブ
- 1 2 3 …隔壁上部流れ
- 1 2 4 …隔壁下部流れ
- 1 2 5 …隔壁上部流れ（タンブル制御バルブ閉状態時）
- 1 2 6 …隔壁下部流れ（タンブル制御バルブ閉状態時）
- 1 2 7 …吸気バルブ中心軸
- 1 2 8 …強流動領域
- 1 2 9 …弱流動領域
- 1 3 0 …第1噴射孔グループの噴射孔からの噴霧
- 1 3 1 …第2噴射孔グループの噴射孔からの噴霧
- 1 3 2 …第1噴射孔グループの噴射孔からの噴霧方向
- 1 3 3 …第2噴射孔グループの噴射孔からの噴霧方向
- 1 3 4 …タンブル流

- 1 3 5 …混合気
- 1 4 0 …第 1 噴射孔グループの噴射孔
- 1 4 1 …第 2 噴射孔グループの噴射孔
- 2 0 1 …弁体
- 2 0 2 …シート部材
- 2 0 3 …ガイド部材
- 2 0 4 …ノズル体
- 2 0 5 …弁体ガイド
- 2 0 6 …アンカー
- 2 0 7 …コア
- 2 0 8 …コイル
- 2 0 9 …ヨーク
- 2 1 0 …スプリング
- 2 1 1 …コネクタ
- 2 1 2 …燃料供給口
- 3 0 1 …噴射孔
- 3 0 2 …サック室
- 3 0 3 …噴射孔中心軸
- 3 0 4 …弁座面
- 3 0 5 …弁体中心軸
- 3 0 6 …噴孔出口での速度ベクトル
- 3 0 7 …噴孔出口での速度ベクトル
- 3 1 1 …シート部側からの流れ込み
- 3 1 2 …サック室側からの流れ込み

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼室に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁において、燃料噴射孔の中心軸がピストン上面中心よりも点火プラグ先端部の側を指向する第1噴射孔グループと、燃料噴射孔の中心軸が前記点火プラグ先端部よりも前記ピストン上面中心の側を指向する第2噴射孔グループを有し、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔は、前記第2噴射孔グループの燃料噴射孔から噴射される噴霧の流量よりも大きく、かつペネトレーションが小さくなるように構成される燃料噴射弁。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔は噴射出口に向かって断面積が増加するテーパを有するように構成された燃料噴射弁。
- [請求項3] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記第2噴射孔グループの燃料噴射孔の中心軸に垂直な方向の最小断面積が、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔の中心軸に垂直な方向の最小断面積と比べて小さくなるように構成された燃料噴射弁。
- [請求項4] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔の中心軸に垂直な方向の断面がオーバル形状であり、オーバル形状の長軸方向が噴射孔軸方向によって変化するねじり噴射孔により構成された燃料噴射弁。
- [請求項5] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記第1噴射孔グループの燃料噴射孔の入口の断面が真円で構成され、出口の断面が楕円で構成された燃料噴射弁。
- [請求項6] 請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記第1噴射孔グループの全ての燃料噴射孔の最小断面積と比べて前記第2噴射孔グループの全ての燃料噴射孔の最小断面積が小さくなるように構成された燃料噴射弁。
- [請求項7] 請求項1に記載の燃料噴射弁が気筒に取り付けられ、前記気筒の空気入口側の吸気ポートに空気流路を前記気筒の軸方向

上下に分ける隔壁が設けられたエンジンシステム。

[請求項8]

請求項7に記載のエンジンシステムにおいて、

前記隔壁の下側流路を開閉する絞り弁が設けられたエンジンシステム。

[請求項9]

請求項8に記載のエンジンシステムにおいて、

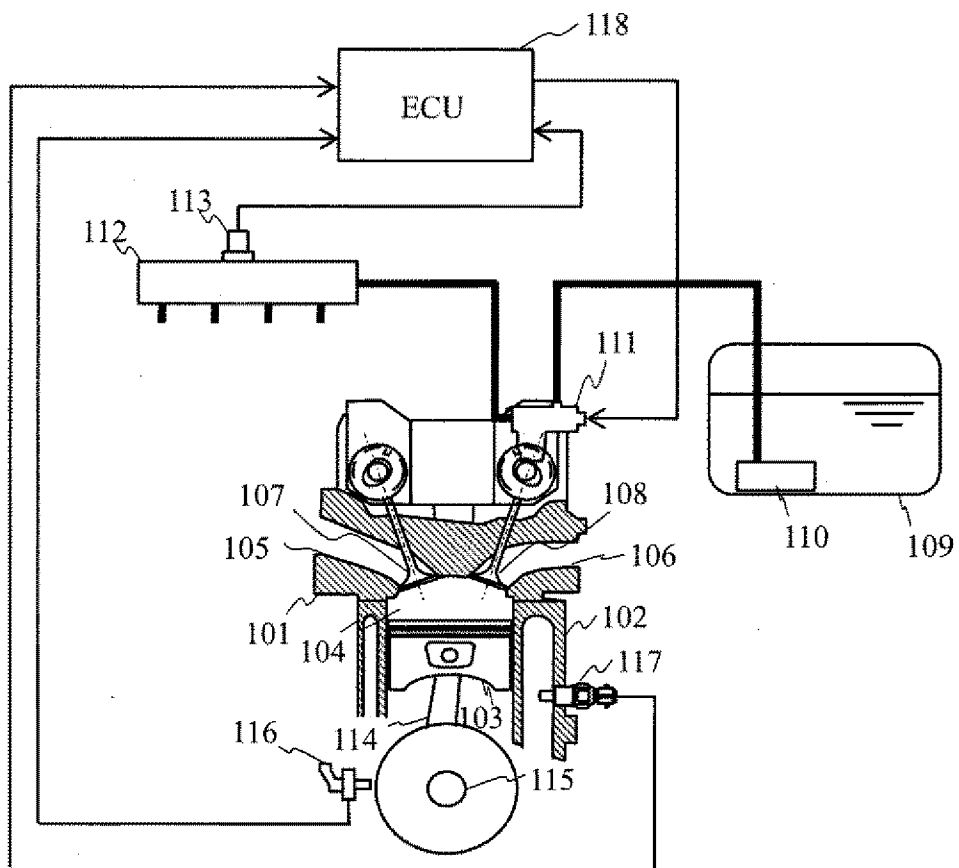
低負荷、又は中負荷の状態の前記絞り弁が閉じられるように制御する制御部を備えたエンジンシステム。

[請求項10]

請求項8に記載のエンジンシステムにおいて、絞り弁の開度を大きくするに従って、前記燃料噴射弁に供給する燃料圧力を高めるように制御する制御部を備えたエンジンシステム。

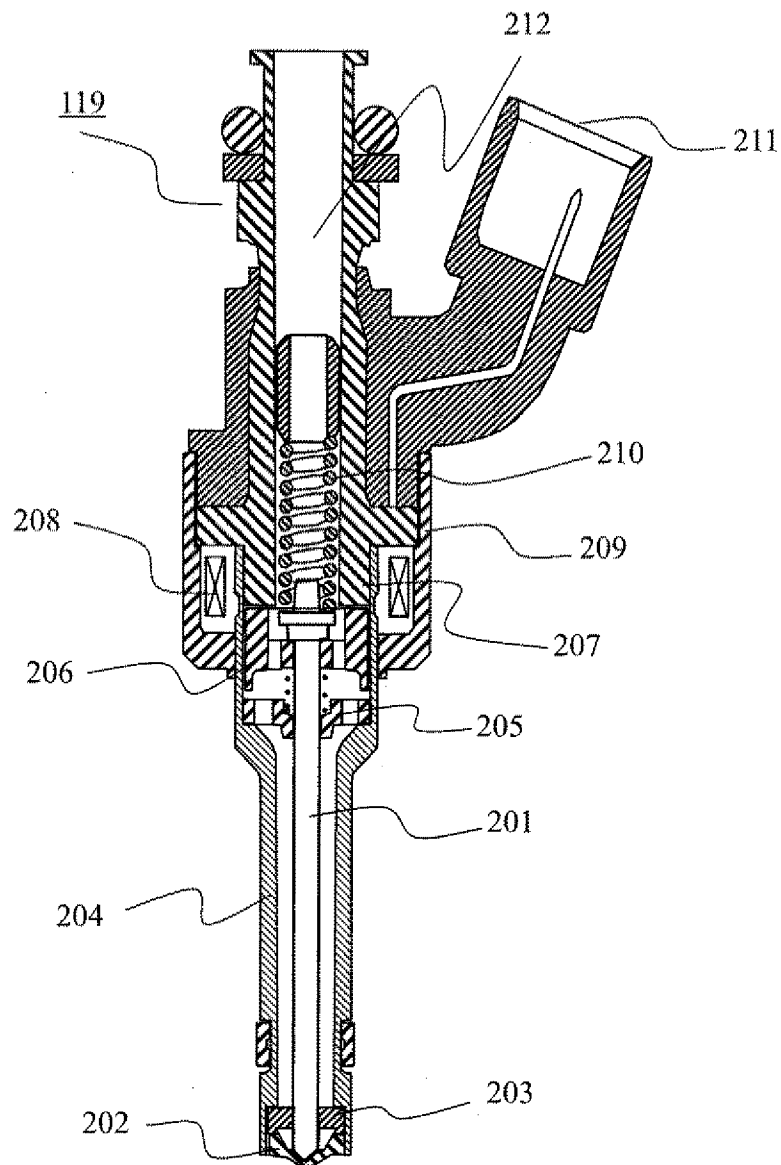
[図1]

図1

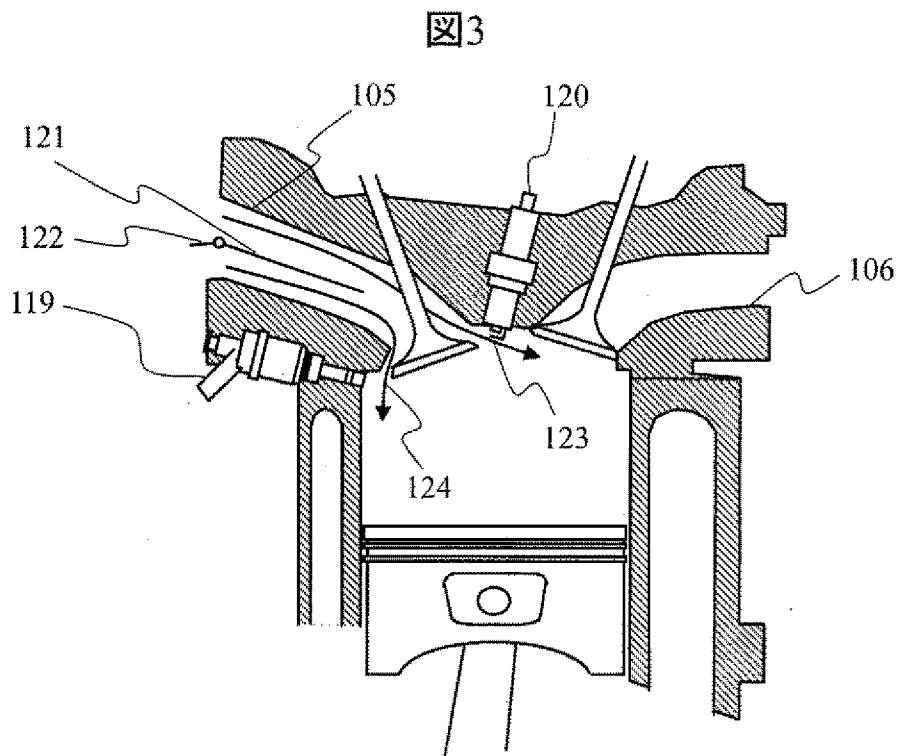


[図2]

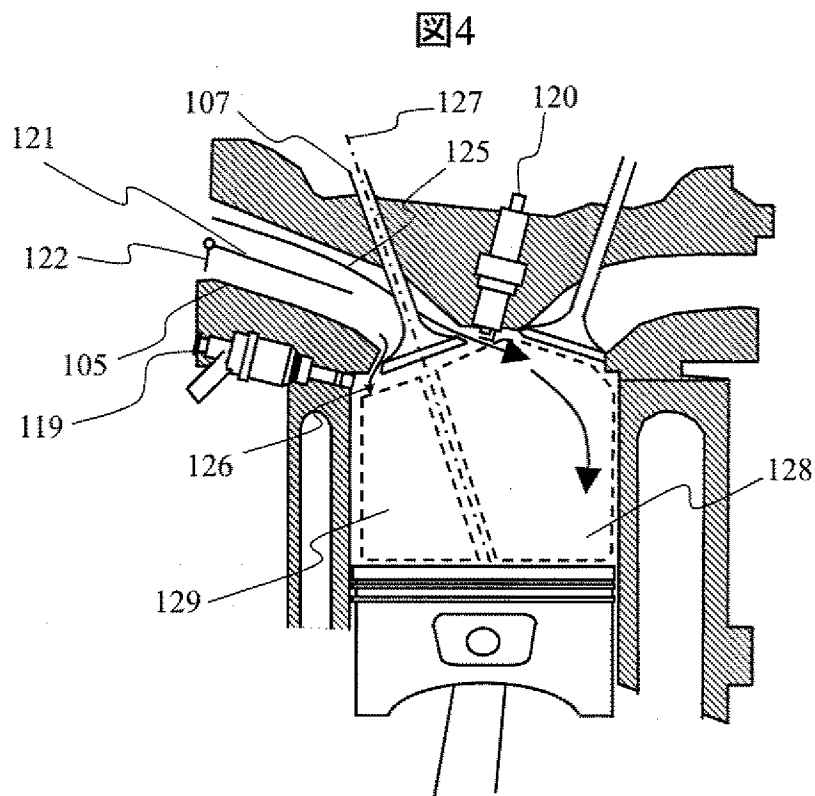
図2



[図3]

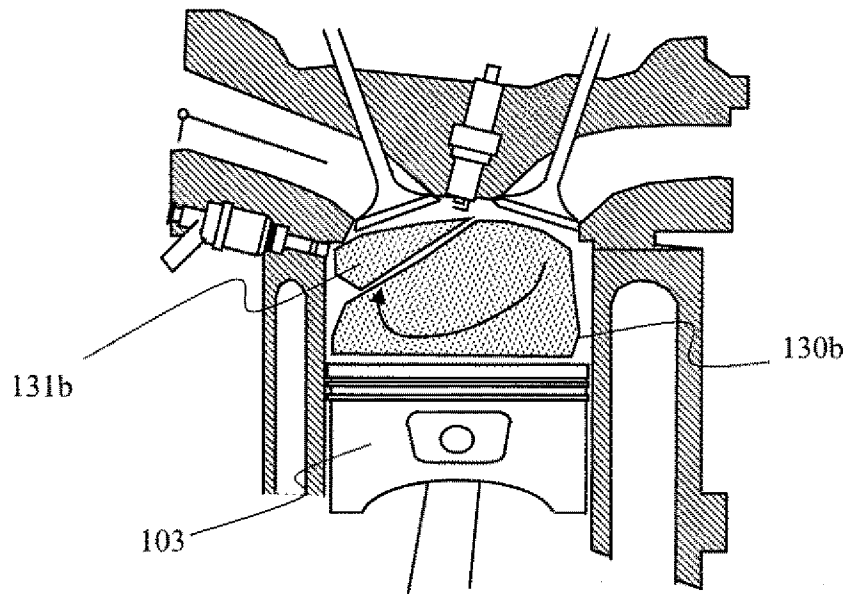


[図4]



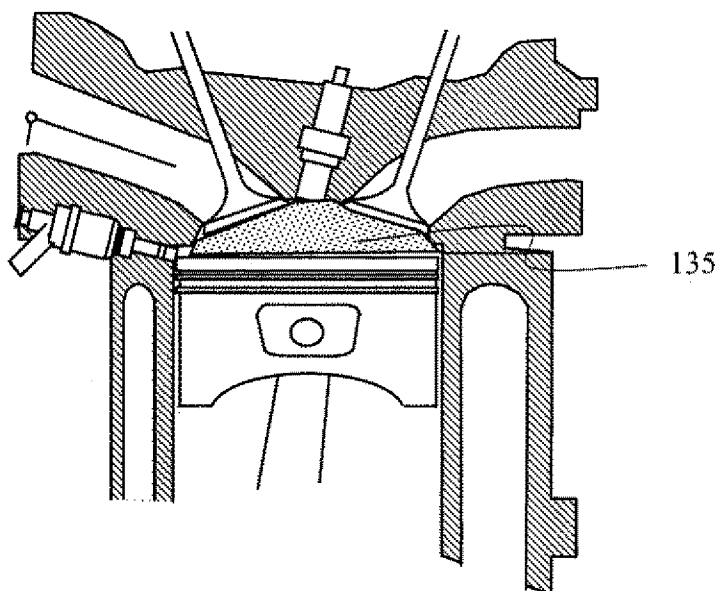
[図7]

図7



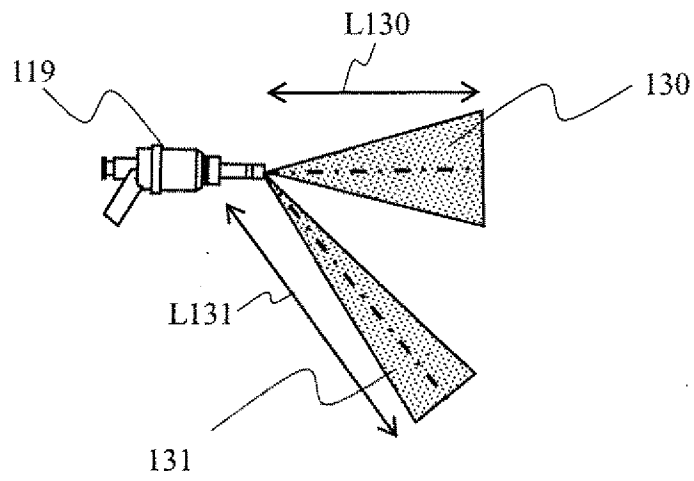
[図8]

図8



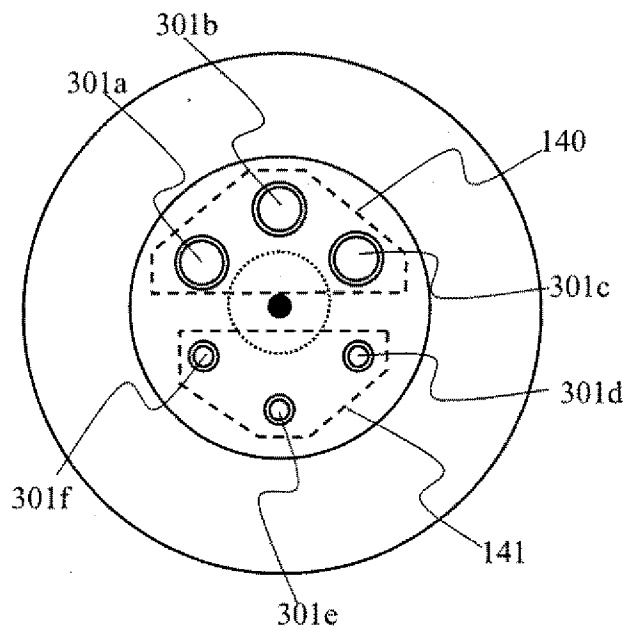
[図9]

図9



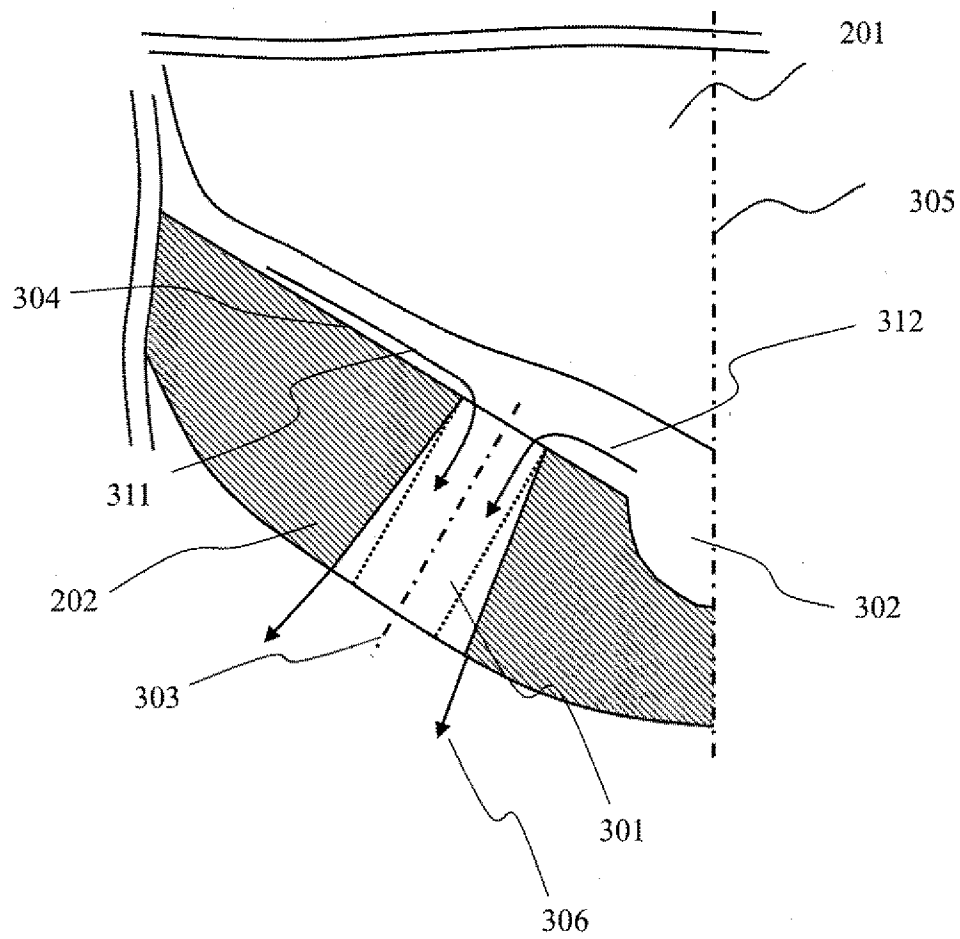
[図10]

図10



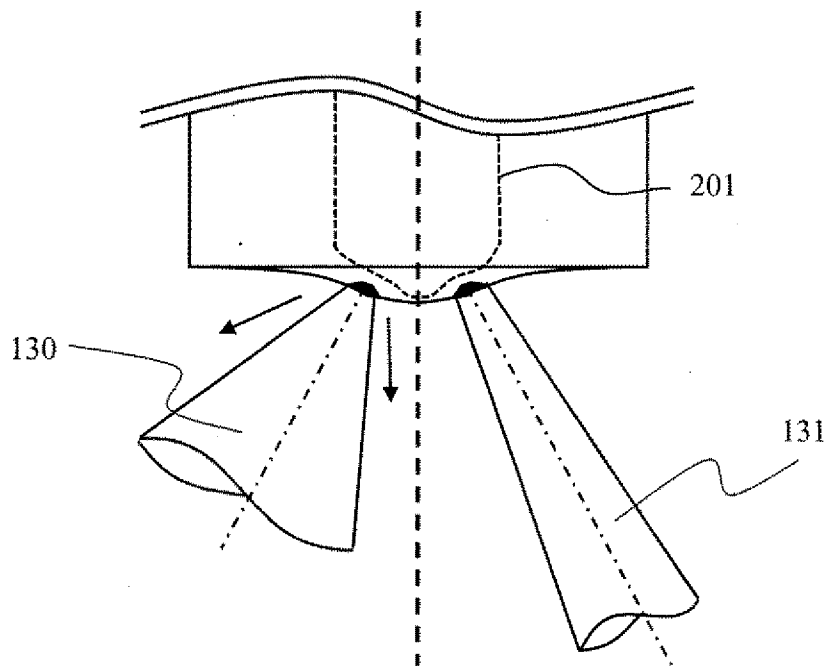
[図11]

図11



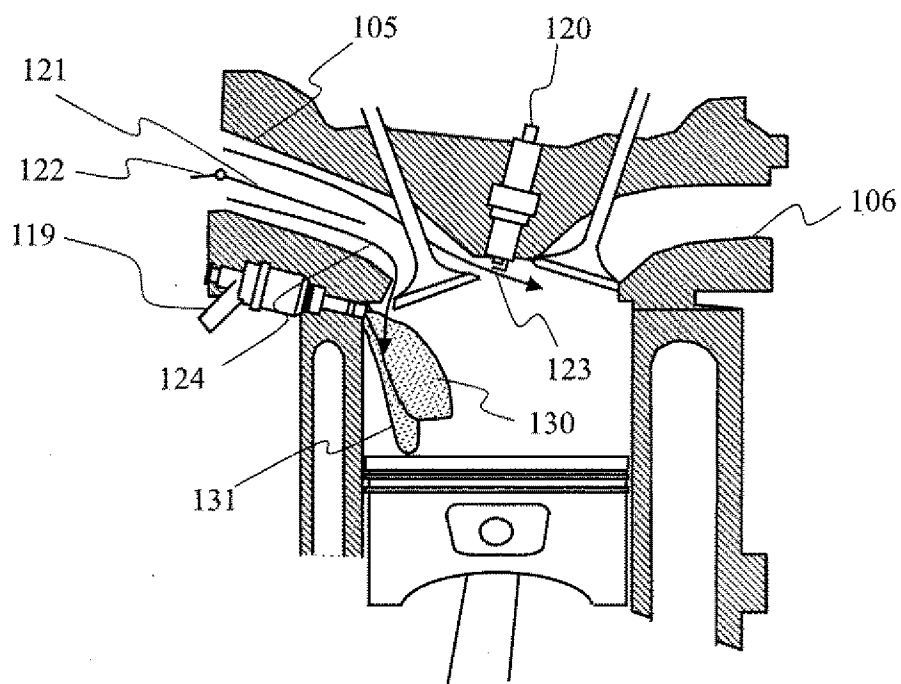
[図12]

図12

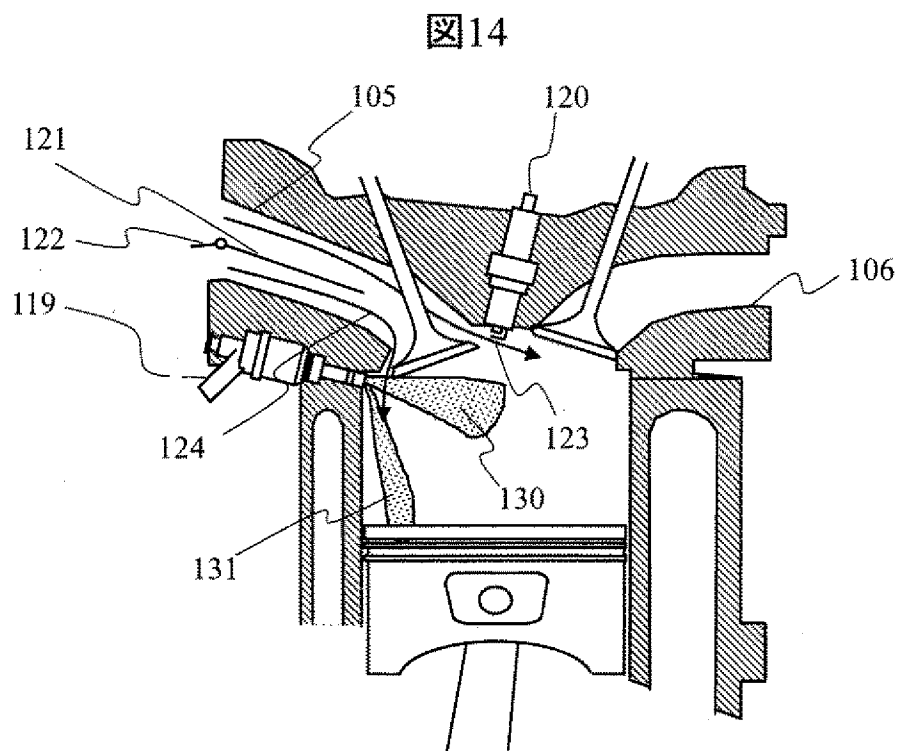


[図13]

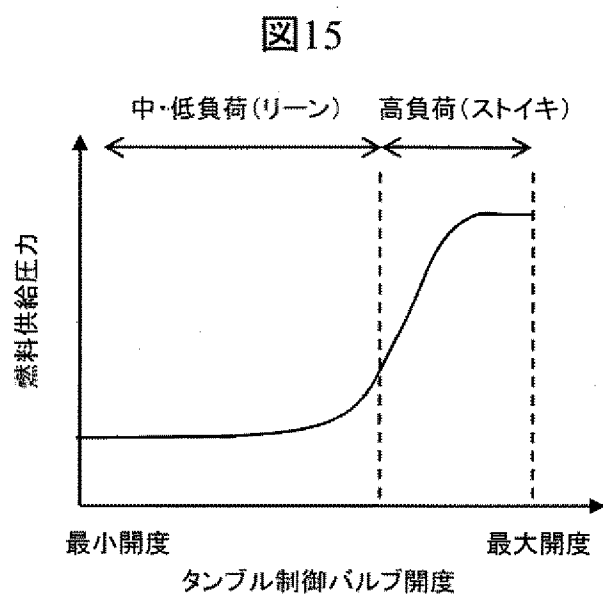
図13



[図14]

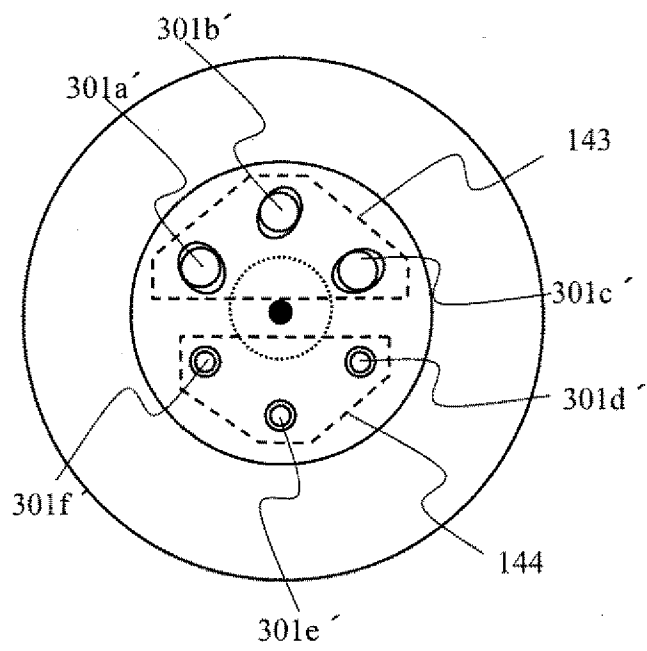


[図15]



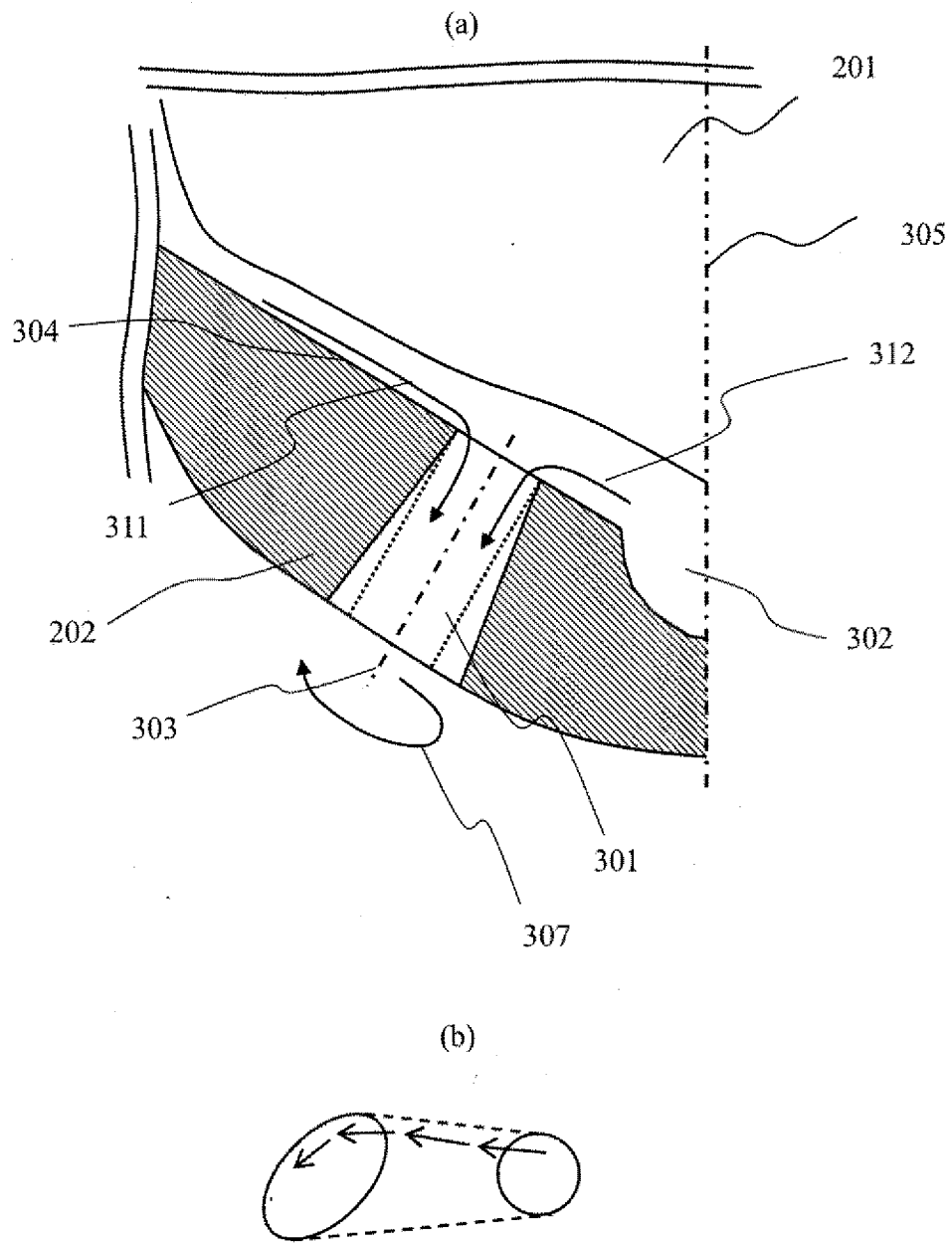
[図16]

図16



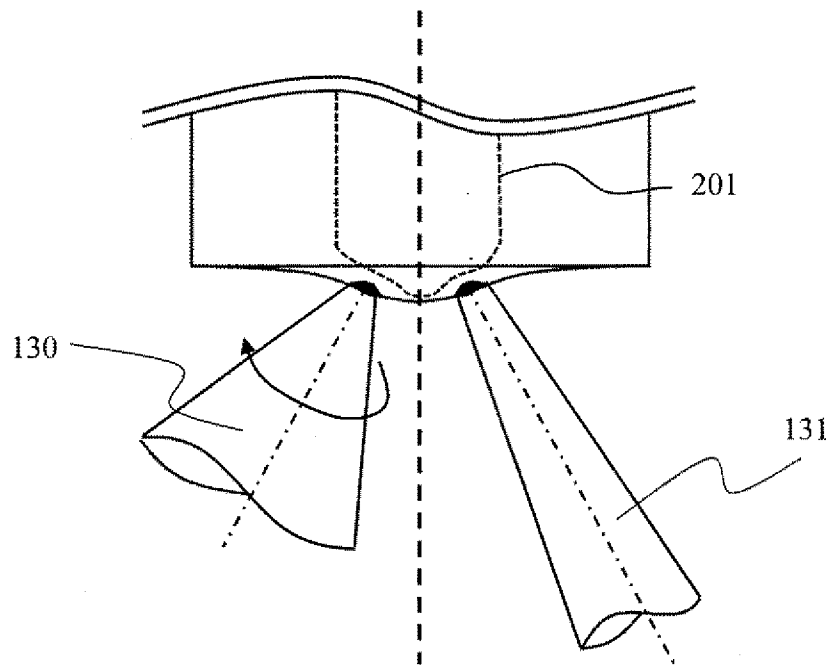
[図17]

図17



[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02M61/18 (2006.01) i, F02B23/08 (2006.01) i, F02B23/10 (2006.01) i,
F02B31/00 (2006.01) i, F02B31/04 (2006.01) i, F02B31/06 (2006.01) i,
F02D41/04 (2006.01) i, F02D43/00 (2006.01) i, F02D45/00 (2006.01) i,
F02F1/42 (2006.01) i, F02M61/14 (2006.01) i

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F02M61/18, F02B23/08, F02B23/10, F02B31/00, F02B31/04, F02B31/06,
F02D41/04, F02D43/00, F02D45/00, F02F1/42, F02M61/14

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y	JP 2017-44174 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 02 March 2017, paragraphs [0013]-[0041], fig. 1-5 (Family: none)	1-10
Y	WO 2017/047248 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 23 March 2017, paragraph [0043], fig. 3-4 & JP 2017-57797 A	1-10
Y	JP 2007-315276 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 06 December 2007, paragraphs [0010]-[0031], fig. 1-11 (Family: none)	2, 5



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

"I" 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

12 July 2018 (12.07.2018)

Date of mailing of the international search report

24 July 2018 (24.07.2018)

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/JP2018/016524

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00/077359 A1 (HITACHI, LTD.) 21 December 2000, page 7, line 1 to page 9, line 17, page 13, lines 10-22, fig. 1-3, 8-9 & EP 1191199 A1 paragraphs [0019]-[0032], [0048]-[0050], fig. 1-3, 8-9	3, 6-10
Y	JP 2015-25392 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 05 February 2015, paragraphs [0032]-[0042], fig. 1-2 & WO 2015/011539 A1	4
Y	JP 2007-92635 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 12 April 2007, paragraphs [0020], [0027], fig. 1-2 (Family: none)	9
Y	JP 10-339151 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 22 December 1998, paragraphs [0012], [0019], [0071], fig. 5-7 (Family: none)	10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M61/18(2006.01)i, F02B23/08(2006.01)i, F02B23/10(2006.01)i, F02B31/00(2006.01)i, F02B31/04(2006.01)i, F02B31/06(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02F1/42(2006.01)i, F02M61/14(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. F02M61/18, F02B23/08, F02B23/10, F02B31/00, F02B31/04, F02B31/06, F02D41/04, F02D43/00, F02D45/00, F02F1/42, F02M61/14

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y	JP 2017-44174 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2017.03.02, [0013]-[0041], [図1]-[図5] (ファミリーなし)	1-10
Y	WO 2017/047248 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2017.03.23, [0043], [図3]-[図4] & JP 2017-57797 A	1-10
Y	JP 2007-315276 A (日産自動車株式会社) 2007.12.06, [0010]-[0031], [図1]-[図11] (ファミリーなし)	2, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

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

12.07.2018

国際調査報告の発送日

24.07.2018

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)

村山 禎恒

3G

9330

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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	WO 00/077359 A1 (株式会社日立製作所) 2000. 12. 21, 第 7 頁第 1 行-第 9 頁第 17 行及び第 13 頁第 10-22 行, 第 1-3, 8-9 図 & EP 1191199 A1 [0019]-[0032][0048]-[0050], Figs. 1-3, 8-9	3, 6 - 1 0
Y	JP 2015-25392 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 02. 05, [0032]-[0042], [図 1]-[図 2] & WO 2015/011539 A1	4
Y	JP 2007-92635 A (マツダ株式会社) 2007. 04. 12, [0020][0027], [図 1]-[図 2] (ファミリーなし)	9
Y	JP 10-339151 A (日産自動車株式会社) 1998. 12. 22, [0012][0019][0071], [図 5]-[図 7] (ファミリーなし)	1 0