

(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
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/174906 A1

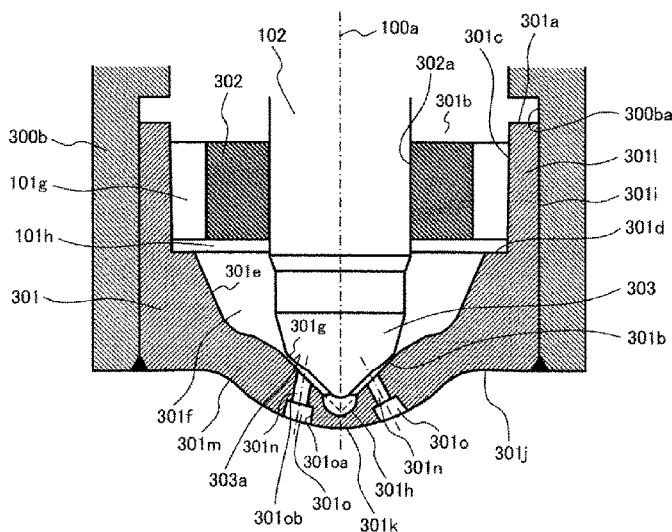
- (51) 国際特許分類:
F02M 51/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055539
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 5 日(05.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-090139 2013 年 4 月 23 日(23.04.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 安川 義人(YASUKAWA Yoshihito); 〒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). 江原 秀治(EHARA Hideharu); 〒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). 石川 亨(ISHIKAWA Tohru); 〒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). 小倉 清隆(OGURA Kiyotaka); 〒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: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒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, 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, LT, 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.

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁及びその製造方法

図 2



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to impede deposits from adhering in a fuel injection valve having a plurality of combinations of fuel injection holes and concavities, and to increase the degree of freedom in designing the placement and incline angle of the fuel injection holes. In order to achieve this purpose, the present invention has concavities (301o) formed by press-working in an outer surface of an injection hole formation member (301), and fuel injection holes (301n) formed by liquid jet lasers such as water jet lasers in bottom surfaces (301ob) of the concavities (301o). It is more preferable to perform grinding to form a valve seat constituent surface (301g) before the fuel injection holes (301n) are formed by liquid jet lasers.

(57) 要約: 本発明の目的は、燃料噴射孔と凹部との組合せを複数有する燃料噴射弁において、デポジットが付着しにくくすること、燃料噴射孔の配置と傾斜角度とにおける設計自由度を高めることにある。上記目的を達成するために、本発明は、噴射孔形成部材(301)の外表面にプレス加工により凹部(301o)を形成し、この凹部(301o)の底面(301ob)にウォータージェッター加工等の液体ジェットレーザー加工により燃料

噴射孔(301n)を形成する。さらに好ましくは、液体ジェットレーザー加工による燃料噴射孔(301n)の形成の前に、弁座構成面(301g)を形成する研削加工を実施する。



(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, 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：燃料噴射弁及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関に用いられ、燃料を噴射する燃料噴射弁及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特開 2 0 1 1 - 1 4 0 0 3 6 号公報（特許文献 1）がある。この公報には、燃料噴射弁の燃料噴射孔を加工する装置として、孔に向けて燃料を噴射するノズルと、孔に向けて噴射される液体の内部にレーザー光を照射するレーザーヘッドと、被加工物を保持する保持具と、非加工部位に配置され、孔を通過したレーザー光を遮断するレーザー光遮断具とを備え、レーザー光遮断具には、孔に到達した液体を排出する排出路が設けられたレーザー加工装置が記載されている（要約）。さらにこの公報には、燃料噴射孔の加工方法として、気中レーザー光を被加工物に照射して微細孔を荒加工し、荒加工された微細孔をウォータージェットレーザーによって仕上げ加工する加工方法が記載されている（段落 0 0 2 7）。ウォータージェットレーザーは、ノズルから高圧水を噴射することによって形成される水柱（ウォータージェット）の内部に、レーザーヘッドによって所望の径に絞られたレーザー光を照射することによって得られる（段落 0 0 3 0 - 0 0 3 2）。この加工装置或いは加工方法によれば、燃料噴射孔をストレート形状に面粗さを小さくして加工することができ、熱影響を小さくできる（段落 0 0 4 9）。尚、レーザー光遮断具は、孔を通過したウォータージェットレーザーのレーザー光が被加工物の非加工部位を加工するのを防止するために、用いられる（段落 0 0 5 0）。

[0003] また、特開 2 0 1 0 - 0 3 8 1 2 7 号公報（特許文献 2）には、燃料噴射孔と、燃料噴射孔の出口開口部に形成される凹部 A 及び凹部 B とを、プレス加工により形成した燃料噴射弁が記載されている（段落 0 0 3 1 - 0 0 4 2）。

）。燃料噴射孔、凹部A及び凹部Bはプレス加工により袋穴状に押し出し加工される。このとき、プレス加工により押し出された材料が、パンチによる押圧面とは反対側の面に、盛上り部を形成する。この盛上り部が弁座構成面の切削加工或いは放電加工により取り除かれると、燃料噴射孔がパンチによる押圧面側から反対側の面に貫通する。この燃料噴射弁では、盛上り部を取り除く弁座構成面の切削加工或いは放電加工の後、焼き入れを行い、さらに切削加工を実施して弁座構成面の仕上げ加工を行う。最後に、仕上げ加工で発生したバリがウォータージェット或いは流体研磨により取り除かれる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-140036号公報

特許文献2：特開2010-038127号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 燃料噴射弁では、燃料噴射孔が形成される噴射孔形成部材の、特に燃料噴射孔が形成される部位の剛性は低い。複数の燃料噴射孔を形成する場合、一つの燃料噴射孔を形成することで、噴射孔形成部材の剛性は低下する。複数の燃料噴射孔の間で、燃料噴射弁の中心軸線に対する燃料噴射孔の傾斜角度が異なる場合、或いは傾斜方向が異なる場合、全ての燃料噴射孔を一度にプレス加工することはできず、一つずつプレス加工することになる。このため、全ての燃料噴射孔の加工を終えるまで、噴射孔形成部材はプレス加工に必要な剛性を有している必要がある。燃料噴射弁では、燃料噴射孔の径Dに対する燃料噴射孔の長さLの比(L/D)を適切な値にするため、燃料噴射孔の出口開口部に外表面側から燃料流れの上流側（内側）に向かって窪んだ凹部が設けられる場合がある。この凹部が設けられる構造では特に、噴射孔形成部材の剛性が低下する。

[0006] 噴射孔形成部材がプレス加工に必要な剛性を有していない場合、例えば特

許文献 2 に記載されているように、先行するプレス加工で形成された燃料噴射孔が、後から加工される燃料噴射孔のプレス加工時に生じる応力で変形を生じる場合がある。この場合、燃料噴射孔の加工精度を高く維持することは困難になる。

[0007] 従来、燃料噴射孔及び凹部をプレス加工によって形成する場合、噴射孔形成部材の剛性に配慮しながら燃料噴射孔の配置や傾斜角度を決定する必要があった。このため、所望の燃料噴霧を得るための燃料噴射孔の配置や傾斜角度の設計が簡単ではなかった。

[0008] しかしプレス加工では、加工面を全せん断面とすることにより、加工面の表面粗さを小さくでき、デポジットの付着を低減することができる。特許文献 1 に記載されたウォータージェットレーザー加工は、通常のレーザー加工（気中レーザー加工）による加工面に比べて表面粗さを小さくできるものの、プレス加工で適切に加工された加工面の表面粗さには及ばない。また、特許文献 1 の燃料噴射弁は、燃料噴射孔の出口開口部に凹部を有しておらず、燃料噴射孔と凹部との組合せを複数有する構造において、デポジットが付着しにくくし、燃料噴射孔の配置と傾斜角度との設計自由度を高めることについては、配慮されていなかった。

[0009] そこで本発明の目的は、燃料噴射孔と凹部との組合せを複数有する燃料噴射弁において、デポジットが付着しにくくすることと、燃料噴射孔の配置と傾斜角度との設計自由度を高めることにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、本発明は、噴射孔形成部材の外表面にプレス加工により凹部を形成し、この凹部の底面にウォータージェットレーザー加工等の液体ジェットレーザー加工により燃料噴射孔を形成する。さらに好ましくは、液体ジェットレーザー加工による燃料噴射孔の形成の前に、弁座構成面を加工する研削加工を実施するとよい。

[0011] プレス加工により形成された凹部は噴射孔形成部材の外表面に露出しているが、その加工面の表面粗さが小さく、デポジットが付着しにくい。液体ジ

ェットレーザー加工により形成された燃料噴射孔は、表面粗さが凹部の表面粗さよりも大きくなるが、表面粗さを小さい値にすることができ、また燃料噴射により常時洗われるため、デポジットが付着するのを防ぐことができる。

[0012] 液体ジェットレーザー加工により凹部の底面に燃料噴射孔を形成する際には、噴射孔形成部材に大きな荷重が作用せず、噴射孔形成部材に大きな応力が生じないため、燃料噴射孔の配置と傾斜角度とにおける設計自由度が高まる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、デポジットが付着しにくくなり、燃料噴射孔の配置と傾斜角度との設計自由度を高めることができる。

[0014] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施例に係る電磁式燃料噴射弁の構造を示す断面図であり、中心軸線100aに平行な切断面を示す縦断面図である。

[図2]本発明の一実施例に係る電磁式燃料噴射弁の構造を示す断面図であり、中心軸線100aに平行な切断面を示す縦断面図である。

[図3]噴射孔形成部材301に燃料噴射孔301nと凹部301oとを加工する工程を示すフローチャートである。

[図4]燃料噴射孔301nと凹部301oとを加工するためのブランクを示す図である。

[図5]図4のV-V断面を示す断面図である。

[図6]図3に示す加工工程S2における加工状態を示す断面図である。

[図7]図3に示す加工工程S3における加工状態を示す断面図である。

[図8]図3に示す加工工程S3までを終了した状態の噴射孔形成部材301の外観を示す斜視図である。

[図9]図8のIX-IX断面を示す断面図である。

[図10]図3に示す加工工程S6までを終了した状態の噴射孔形成部材301について、図9と同様な断面を示す断面図である。

[図11]燃料噴射孔のウォータージェットレーザー加工について説明する模式図である。

[図12]図3に示す加工工程S8までを終了した状態の噴射孔形成部材301について、図9と同様な断面を示す断面図である。

[図13]燃料噴射孔301nの第1の例を示す。

[図14]燃料噴射孔301nの第2の例を示す。

[図15]燃料噴射孔301nの第3の例を示す。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係る実施例について説明する。

[0017] 図1及び図2を用いて、電磁式燃料噴射弁100の構成について説明する。図1は本発明の一実施例に係る電磁式燃料噴射弁の構造を示す断面図であり、中心軸線100aに平行な切断面を示す縦断面図である。図2は本発明の一実施例に係る電磁式燃料噴射弁の構造を示す断面図であり、中心軸線100aに平行な切断面を示す縦断面図である。

[0018] 電磁式燃料噴射弁100は、燃料を供給する燃料供給部200と、燃料の流通を許したり遮断したりする弁部300aが先端部に設けられたノズル部300と、弁部300aを駆動する電磁駆動部400とで、構成される。本実施例では、ガソリンを燃料とする内燃機関用の電磁式燃料噴射弁を例にとり、説明する。本発明は、例えば圧電素子で駆動される燃料噴射弁、或いはディーゼルエンジンに用いられるような形態のような、電磁式燃料噴射弁以外の燃料噴射弁にも適用可能である。

[0019] 本実施例の電磁式燃料噴射弁100では、図面の上端側に燃料供給部200が、下端側にノズル部300が構成され、燃料供給部200とノズル部300との間に電磁駆動部400が構成されている。すなわち、中心軸線100a方向に沿って、燃料供給部200、電磁駆動部400及びノズル部300がこの順に配置されている。

[0020] 燃料供給部200は、ノズル部300に対して反対側の端部が図示しない燃料配管に連結される。ノズル部300は、燃料供給部200に対して反対側の端部が、図示しない吸気管或いは内燃機関の燃焼室形成部材（シリンダブロック、シリンダヘッド等）に形成された取付穴に挿入される。電磁式燃料噴射弁100は燃料供給部200を通じて燃料配管から燃料の供給を受け、ノズル部300の先端部から吸気管或いは燃焼室内に燃料を噴射する。電磁式燃料噴射弁100の内部には、燃料供給部200の前記端部からノズル部300の先端部まで、燃料がほぼ電磁式燃料噴射弁100の中心軸線100a方向に沿って流れるように、燃料通路101（101a～101h）が構成されている。

[0021] 以下の説明においては、電磁式燃料噴射弁100の中心軸線100aに沿う方向の両端部について、ノズル部300に対して反対側に位置する燃料供給部200の端部或いは端部側を基端部或いは基端側と呼び、燃料供給部200に対して反対側に位置するノズル部300の端部或いは端部側を先端部或いは先端側と呼ぶことにする。また、図1の上下方向を基準として、電磁式燃料噴射弁を構成する各部に「上」又は「下」を付けて説明する。これは、説明を分かり易くするために行うものであり、内燃機関に対する電磁式燃料噴射弁の実装形態をこの上下方向に限定するものではない。

[0022] 以下、燃料供給部200、電磁駆動部400及びノズル部300の構成について、詳細に説明する。

[0023] 燃料供給部200は、後述する電磁駆動部400を構成する固定鉄心401の一端部から延設された燃料パイプ201によって構成される。すなわち本実施例では、固定鉄心401と燃料パイプ201とが一つの部材で一体的に成形されている。

[0024] 燃料パイプ201の上端部には燃料通路101aに連通する燃料供給口201aが開口している。燃料供給口201aに対して下方の外周面には拡径して段部を構成する拡径部201bが設けられている。この拡径部201bと燃料供給口201aとの間にリング202が取り付けられている。さら

に、Ｏリング２０２と拡径部２０１ｂとの間には、バックアップリング２０３が設けられている。

[0025] Ｏリング２０２は、燃料供給口２０１ａが燃料配管に取り付けられた際に、燃料漏れを防止するシールとして機能する。また、バックアップリング２０３はＯリング２０２をバックアップするためのものである。バックアップリング２０３は複数のリング状部材が積層されて構成される場合もある。燃料供給口２０１ａの内側には燃料に混入した異物を濾しとるフィルタ２０４が配設されている。

[0026] ノズル部３００は、その先端部（下端部）に弁部３００ａを備え、弁部３００ａの上流側に燃料通路１０１ｆを構成する中空の筒状体（ノズル体）３００ｂを備えている。尚、ノズル体３００ｂの先端部外周面にはチップシール１０３が設けられている。

[0027] 弁部３００ａは、噴射孔形成部材３０１と、ガイド部材３０２と、プランジャロッド１０２の一端部（先端側）に設けられた弁体３０３とを備えている。

[0028] 噴射孔形成部材３０１の内側には上端面３０１ａから下方に向けて凹形状部３０１ｂが形成されている。凹形状部３０１ｂには、中心軸線１００ａに平行な円筒形状を成す内周面３０１ｃが上端面３０１ａから凹形状部３０１ｂの奥側に向けて形成されている。内周面３０１ｃの下端には段部３０１ｄが形成され、段部３０１ｄの内周から凹形状部３０１ｂの奥側に向けて内周壁面３０１ｅが形成されている。段部３０１ｄには、後述するガイド部材３０２が載置される。内周壁面３０１ｅは奥側に向かって縮径するように形成され、燃料室３０１ｆを形成している。内周壁面３０１ｅの下端には円錐形状の弁座構成面３０１ｇが形成され、弁座構成面３０１ｇを形成する円錐形状の頂点部には、弁体３０３との干渉を避ける逃げ部３０１ｈが設けられている。

[0029] 円錐形状の弁座構成面３０１ｇには弁体３０３と接触する弁座３０１ｂが環状に設けられている。弁座構成面３０１ｇと弁体３０３との接触幅は非常

に狭く、線接触に近い。このため、弁座構成面 301g と弁体 303 との接触幅に相当する環状部分を弁座 301b と呼び、弁座 301b と弁座構成面 301g とを区別している。しかし、弁座 301b は弁座構成面 301g の上端と下端との間に構成されており、弁座構成面 301g を弁座 301b と呼ぶ場合もある。

[0030] 噴射孔形成部材 301 の外側には、上端面 301a から下方に向けて中心軸線 100a に平行な外周面 301i が円筒形状に形成されている。外周面 301i の下端は端面（下端面）301j に接続されている。端面 301j には、その中心部に、面から突出する曲面部（或いは球面部）301k が形成されている。

[0031] 上述した構成により、噴射孔形成部材 301 は、内周面 301c と外周面 301i とによって構成される筒状部 301l と、内周壁面 301e と弁座構成面 301g と逃げ部 301h と曲面部（或いは球面部）301k を含む端面 301j とによって構成される底部 301m とを有しており、有底筒状に形成されている。

[0032] 噴射孔形成部材 301 の底部 301m には、底部 301m を貫通するように、燃料噴射孔 301n と凹部 301o とが形成されている。凹部 301o は、曲面部 301k の外面から凹形状部 301b 側に向けて円筒形状に形成された内周面 301oa と、平坦に形成された底面 301ob とを有している。燃料噴射孔 301n は、その出口が凹部 301o の底面 301ob に開口し、その入口が噴射孔形成部材 301 の裏面側（弁座構成面 301g 側）に開口している。内周面 301oa の中心軸線は燃料噴射孔 301n の中心軸線と一致している。底面 301ob は燃料噴射孔 301n の中心軸線に垂直である。複数の燃料噴射孔 301n のそれぞれに凹部 301o が個別に設けられ、燃料噴射孔 301a と凹部 301o とのセットが複数設けられている。

[0033] 噴射孔形成部材 301 は後述する加工工程により製作され、ノズル体 300b の先端部に形成された凹部内周面 300ba に挿入されて固定されてい

る。このとき、噴射孔形成部材 301 の先端面の外周とノズル体 300b の先端面内周とが溶接され、燃料をシールしている。

[0034] ガイド部材 302 は噴射孔形成部材 301 の内側に配置されている。ガイド部材 302 の中心部には、上端面から下端面に貫通する貫通孔 302a が形成されている。貫通孔 302a はプランジャロッド 102 の先端側（下端側）のガイド面を構成し、中心軸線 100a に沿う方向（開閉弁方向）におけるプランジャロッド 102 の移動を案内する。ガイド部材 302 の外周面には燃料通路 101g が形成され、ガイド部材 302 の下端面には燃料通路 101h が形成されている。

[0035] 弁体 303 は閉弁時に弁部 301a が弁座 301b と接触し、弁座 301b と協働して燃料をシールする。弁部 300a は、燃料を噴射する主要部であり、燃料噴霧を形成する噴霧形成部を構成する。

[0036] 電磁駆動部 400 は、固定鉄心 401 と、コイル 402 と、外周ヨーク 403 と、可動鉄心 404 と、第 1 ばね部材（コイルばね） 405 と、ばね力調整部材 406 と、第 2 ばね部材（スプリング） 407 と、ばね座部材 408 とで構成されている。

[0037] 固定鉄心 401 は、燃料パイプ 201 に対して反対側の端部（下端部）に形成された下端面 401a と、中心部に燃料通路 101c を構成する貫通孔 401b と、燃料パイプ 201 が延設される側の端部に径方向に張り出して形成されたフランジ部 401c とを有する。固定鉄心 401 の外周面 401d はノズル体 300b に形成された拡径部 300ba の内周面に嵌合されている。固定鉄心 401 及びノズル体拡径部 300ba の外周側にはコイル 402 が巻回されている。

[0038] 外周ヨーク 403 はコイル 402 の外周側を囲むように設けられ、電磁式燃料噴射弁 100 のハウジング部材を兼ねている。外周ヨーク 403 の上端側内周面 403a が固定鉄心 401 のフランジ部 401c の外周面に接続されて固定されている。また、外周ヨーク 403 の下端側内周面 403b は、ノズル体拡径部 300ba の外周面に接続されて固定されている。

- [0039] 固定鉄心401の下端部側には、可動鉄心404が配置されている。可動鉄心404の端面404aは固定鉄心401の端面401aと対向している。また、可動鉄心404の外周面はノズル体拵径部300baの内周面と僅かな隙間を介して対向しており、可動鉄心404はノズル体拵径部300baの内側で中心軸線100aに沿う方向に移動可能に設けられている。
- [0040] 可動鉄心404の中央部には、上端面404a側から下端面404b側に窪んだ凹部404cが形成されている。凹部404cの底面に中心軸線100aに沿う方向に下端面404bまで貫通する貫通孔404dが形成されている。貫通孔404dを挿通するようにプランジャロッド102が設けられている。可動鉄心404とプランジャロッド102とは、中心軸線100aに沿う方向に、相対変位可能に構成されている。可動鉄心404の貫通孔404dの周囲には、凹部404cの底面に開口し、下端面404bに貫通する貫通孔により形成された燃料通路101dが設けられている。
- [0041] プランジャロッド102は第1ばね405により閉弁方向（下方向）に付勢され、下端部に構成された弁体303が弁座301bに接触している。このために、第1ばね405の上端部はばね力調整部材406の下端面に当接し、第1ばね405の下端部はプランジャロッド102の上端部に形成された拵径部102aの上端面に当接している。可動鉄心404は第2ばね部材407により開弁方向（上方向）に付勢され、凹部404cの底面がプランジャロッド102の拵径部102aの下端面と接触している。このために、第2ばね部材407の上端部は可動鉄心404の下端面404bに当接し、第2ばね部材407の下端部はばね座部材408のばね座面408aに当接している。
- [0042] 第1ばね405の付勢力は第2ばね407の付勢力よりも大きく設定されている。このため、弁体303は弁座301bに接触した状態を維持することができる。一方、可動鉄心404はプランジャロッド102の拵径部102aによって、開弁方向への変位を規制されている。本実施例では、上述した構成により、第1ばね405の付勢力はプランジャロッド拵径部102a

を介して可動鉄心404に伝達され、可動鉄心404が受ける開弁方向の付勢力、即ち第2ばね407の付勢力及び固定鉄心401による磁気吸引力は、可動鉄心404を介してプランジャロッド102に伝達される。

[0043] 第1ばね405の付勢力を調整するために、燃料パイプ201の中空部201c内に、ばね力調整部材406が設けられている。また、第1ばね405は下側部分が固定鉄心401の貫通孔401b内に配置され、上側部分が燃料パイプ201の中空部201c内に配置されている。第1ばね405とばね力調整部材406とは燃料通路101a, 101c内に配置され、ばね力調整部材406の中心部には燃料通路101bが構成されている。

[0044] 上述した固定鉄心401、コイル402及び外周ヨーク403は、可動鉄心404に対する磁気吸引力を発生する電磁石を構成する。

[0045] 上述したばね座部材408には、中心部に中心軸線100aに沿う方向に貫通する貫通孔408bが形成されている。貫通孔408bはプランジャロッド102の上端側のガイド面を構成し、中心軸線100aに沿う方向（開閉弁方向）におけるプランジャロッド102の移動を案内する。ばね座部材408には燃料通路101eが形成されている。

[0046] コイル402はボビンに巻かれた状態で固定鉄心401及びノズル体拵径部300baの外周側に組み付けられ、その周囲には樹脂材がモールドされている。このモールドに使用される樹脂材により、コイル402から引き出されたターミナル104を有するコネクタ105が一体的に成形されている。

[0047] 次に、電磁式燃料噴射弁100の動作について説明する。

[0048] コイル402に通電されていない状態では、プランジャロッド102を開弁方向に付勢する第1ばね部材の付勢力により、弁体303が弁座301bに当接して閉弁している。この状態を閉弁静止状態という。このとき、可動鉄心404は第2ばね部材407によって開弁方向に付勢され、凹部404cの底面がプランジャロッド拵径部102aと当接している。可動鉄心404は開弁方向への変位がプランジャロッド拵径部102aによって規制され

、上端面４０４ａと固定鉄心下端面４０１ａとの間には弁体３０３のストロークに対応するギャップが生じている。

[0049] コイル４０２に通電されると、固定鉄心４０１、コイル４０２及び外周ヨーク４０３によって構成された電磁石により磁束が発生する。この磁束は、コイル４０２を囲むように構成された固定鉄心４０１（フランジ部４０１ｃを含む）、外周ヨーク４０３、ノズル体拡径部３００ｂａ及び可動鉄心４０４を環状に流れる。このとき、可動鉄心上端面４０４ａと固定鉄心下端面４０１ａとの間に磁気吸引力が作用し、可動鉄心４０４が固定鉄心４０１に向けて引き付けられる。プランジャロッド１０２は可動鉄心４０４によって引き上げられ、弁体３０３の弁部３０１ａが弁座３０１ｂから離れる。これにより、弁体３０３と弁座３０１ｂとの間の燃料通路が開く。

[0050] 可動鉄心上端面４０４ａが固定鉄心下端面４０１ａと当接すると、可動鉄心上端面４０４ａは固定鉄心下端面４０１ａに吸着された状態となって動きを止めるが、プランジャロッド１０２は開弁方向への移動を続ける。やがて、プランジャロッド１０２は第１ばね部材４０５の付勢力により開弁方向への移動を続けることができなくなり、第１ばね部材４０５により閉弁方向に押し戻される。閉弁方向に押し戻されたプランジャロッド１０２はプランジャロッド拡径部１０２ａの下端面が可動鉄心凹部４０４ｃの底面に当接して静止状態となる。この状態を開弁静止状態という。また、通電を開始して閉弁静止状態から開弁静止状態に至るまでの期間を開弁動作期間という。

[0051] 開弁静止状態でコイル４０２への通電を遮断すると、可動鉄心上端面４０４ａと固定鉄心下端面４０１ａとの間に磁気吸引力が小さくなり、この磁気吸引力と第２ばね部材４０７の付勢力との合力よりも第１ばね部材の付勢力が大きくなると、プランジャロッド１０２及び可動鉄心４０４は閉弁方向に移動を始める。弁体３０３の弁部３０１ａが弁座３０１ｂに当接すると、プランジャロッド１０２は閉弁方向への移動を止める。この後も可動鉄心４０４は閉弁方向への移動を継続するが、やがて第２ばね部材４０７の付勢力により閉弁方向への移動を続けることができなくなる。さらに可動鉄心４０４

は第2ばね部材407により開弁方向に押し戻され、可動鉄心凹部404cの底面がプランジャロッド拡張部102aの下端面に当接して静止状態（閉弁静止状態）となる。この閉弁静止状態では、弁体303と弁座301bとの間の燃料通路が閉じられる。

[0052] 本実施例では、プランジャロッド102と可動鉄心404とが相対変位可能な電磁式燃料噴射弁について説明したが、プランジャロッド102と可動鉄心404とが固定された構造であってもよい。或いは、プランジャロッド102と可動鉄心404とが他の相対変位可能な構造であってもよい。また、固定鉄心401、コイル402及び外周ヨーク403によって構成した電磁石も、本実施例と異なる構成にしても構わない。

[0053] 次に、図3乃至図12を用いて、製造方法について説明する。特に、製造方法として特徴のある、燃料噴射孔301n及び凹部301oの加工方法について説明する。図3は、噴射孔形成部材301に燃料噴射孔301nと凹部301oとを加工する工程を示すフローチャートである。図4は、燃料噴射孔301nと凹部301oとを加工するためのブランク（半加工品）を示す図である。図5は、図4のV-V断面を示す断面図である。図6は、図3に示す加工工程S2における加工状態を示す断面図である。図7は、図3に示す加工工程S3における加工状態を示す断面図である。図8は、図3に示す加工工程S3までを終了した状態の半加工品301'（噴射孔形成部材301）の外観を示す斜視図である。図9は、図8のIX-IX断面を示す断面図である。図10は、図3に示す加工工程S6までを終了した状態の噴射孔形成部材301について、図9と同様な断面を示す断面図である。図11は、燃料噴射孔301nのウォータージェットレーザー加工について説明する模式図である。図12は、図3に示す加工工程S8までを終了した完成状態の噴射孔形成部材301について、図9と同様な断面を示す断面図である。

[0054] 加工工程S1で噴射孔形成部材301の半加工品301'を用意する。この半加工品301'を図4及び図5に示す。尚、図4及び図5では、図1及び図2に対して上下が逆転しているが、「上」「下」はあくまでも図1及び

図2を基準とする。後述する図6乃至図11の説明も同様である。

[0055] 半加工品301'には、上端面301aと、内側の凹形状部301bのうち、内周面301c、段部301d、内周壁面301e及び逃げ部301hとが形成されている。また、半加工品301'の外側では、外周面301iと、端面（下端面）301jと、曲面部（或いは球面部）301kとが形成されている。

[0056] 半加工品301'では、弁座301bを構成する弁座構成面301gは完成しておらず、未完成状態の弁座構成面301g'が荒加工されている。当然ではあるが、燃料噴射孔301及び凹部301oは形成されていない。半加工品301'は、弁座構成面301gが完成していないものの、有底筒状に形成されている。このような半加工品301'は切削加工や塑性加工で製作することができる。

[0057] 加工工程S2では、図6に示すように、半加工品301'をダイ401の上面に設置し、外周をコレットチャック402で強固に保持する。更に、パンチ403の切り刃部403aで曲面部301kの外周の平面部301pを押圧し、位置決め穴301qa（図8参照）をプレス加工する。同様に位置決め穴301qb、及び機種判別穴301qcを加工する。

[0058] 次に、加工工程S3では、図7に示すように、半加工品301'をチャックしたままの状態、パンチ404の切り刃部404aで曲面部301kの外周を押圧し、曲面部301k上に凹部301oを袋穴状にプレス加工する。このとき、凹部301oが袋穴状にプレス加工されることにより、未完成状態の弁座構成面301g'側に材料が押し出され、押し出し部301r'が形成される。凹部301oをプレス加工することにより、凹部301oの内周面301oaは全せん断面に加工され、面粗さの小さい凹部301oを形成することができる。

[0059] 凹部301oは燃料噴射孔301nの個数分プレス加工される。本実施例では、燃料噴射孔301nを6個備えているため、凹部301oを6個プレス加工する。燃料噴射孔301nの個数は1個でも6個以外の複数個でもよ

い。

[0060] 燃料噴射孔 301n の中心軸線は中心軸線 100a に対して 0° よりも大きな傾斜角度を有して傾斜している。凹部 301o の中心軸線は燃料噴射孔 301n の中心軸線と一致するため、凹部 301o をプレス加工するために、パンチ 404 はその中心軸線 404b が中心軸線 100a に対して傾斜角度 A_p を有するようにして曲面部 301k に押し付けられる。また複数の燃料噴射孔 301n の間で、中心軸線の傾斜角度は異なっている。

このため、傾斜角度 A_p は燃料噴射孔 301n ごとに調整される。

[0061] 加工工程 S3 が終了した段階では、半加工品 301' は図 8 のような外観をしている。

[0062] 次に、加工工程 S4 では、弁座構成面 301g' を切削加工により荒加工し、加工工程 S3 で形成された押出し部 301r' を取り除く。加工工程 S4 を終了した段階では、図 8 の IX-IX 断面は図 9 に示すような断面形状になる。このとき、未完成状態の弁座構成面 301g' が形成されている。

[0063] 次に、加工工程 S5 で、半加工品 301' を焼き入れ加工し、硬度を高める。この焼き入れにより、完成後の弁座構成面 301g の耐摩耗性が向上する。

[0064] 次に、加工工程 S6 で、弁座構成面 301g' を仕上げ加工（切削加工）して、弁座構成面 301g を完成させる。この仕上げ加工により、弁座構成面 g の真円度及び面粗さが向上し、高い油密性を確保することができる。弁座構成面 g は円錐形状をしており、円錐側面の上端と下端の途中に弁体 303 の弁部 303a と当接する円環状の弁座 301b が構成されている。

[0065] 加工工程 S6 が終了した段階では、図 8 の IX-IX 断面は図 10 に示すような断面形状になる。

[0066] 加工工程 S6 が終了すると、燃料噴射孔 301n の加工工程が実行される。燃料噴射孔 301n の加工工程は加工工程 S7 と加工工程 S8 とで実行される。

[0067] 加工工程 S7 は、ウォータージェットレーザー 500 による仕上げ加工（

加工工程 S 8) を実行する前に、半加工品 3 0 1' の燃料噴射孔 3 0 1 n を形成する部位に、予め貫通孔 3 0 1 n' を加工する工程である。特許文献 1 にも記載されているように、小径のウォータージェットレーザーではレーザーパワーが小さく貫通孔を形成するのが困難であり、大径のウォータージェットレーザーでは孔の真円度、円筒度などが劣化する。また、レーザーパワーを大きくすると表面粗さ（面精度）が悪化することが考えられる。このため、貫通孔 3 0 1 n' を形成し、貫通孔 3 0 1 n' の加工面を小径のウォータージェットレーザー 5 0 0 で仕上げ加工することにより、燃料噴射孔 3 0 1 n の加工精度（真円度、円筒度、表面粗さ等）を高める。

[0068] 尚、本実施例では、水を使用するウォータージェットレーザー 5 0 0 について説明するが、水以外の液体を用いるものであっても構わない。水以外の液体を用いる場合、本明細書で用いている用語「ウォーター」は「液体」として説明される。

[0069] 加工工程 S 7 では、半加工品 3 0 1' に貫通孔 3 0 1 n' を形成する。貫通孔 3 0 1 n' の加工は通常のレーザー加工（気中レーザー加工）、放電加工、ウォータージェットレーザー加工等で行う。これら以外の加工方法であってもよいが、半加工品 3 0 1' に大きな応力が生じる加工方法は、上述したように、半加工品 3 0 1' の剛性の制約を受けて燃料噴射孔の配置や傾斜角度の設計が簡単ではなくなるので、避けた方がよい。

[0070] 次に、加工工程 S 8 では、図 1 1 に示すように、貫通孔 3 0 1 n' の側壁をウォータージェットレーザーで仕上げ加工して、燃料噴射孔 3 0 1 n を完成する。すなわち、燃料噴射孔 3 0 1 n の側壁面がウォータージェットレーザー 5 0 0 で形成される。図示しないレーザー発生装置で発生させたレーザー光 5 0 1 は光ファイバー等でフォーカスレンズ 5 0 2 に導かれる。フォーカスレンズ 5 0 2 で絞られたレーザー光は水容器（液体容器） 5 0 3 に設けられた窓 5 0 3 a から水容器 5 0 3 内に導入される。水容器 5 0 3 は給水口（液体供給口） 5 0 3 b と高圧のウォータージェット 5 0 0 a を噴出するノズル 5 0 3 c とを備えている。水容器 5 0 3 内に導入されたレーザー光はウ

ウォータージェット（水柱）500aの内部に照射される。レーザー光はウォータージェット500aの内面で全反射する現象を繰り返し、ウォータージェット500aの中に閉じ込められた状態で進む。この加工方法によれば、ウォータージェット500aが平行ビームを形成するため、ウォータージェットレーザー500の平行ビームに対する半加工品301'の位置及び角度を変化させて所望の径、傾斜角度、形状を有する燃料噴射孔301nを形成することができる。また、水による冷却効果により半加工品301'に加わる熱量を抑え、燃料噴射孔301nの加工面の表面粗さを小さくすることができる。

[0071] 加工工程S8が終了した段階では、図8のIX-IX断面は図12に示すような断面形状になる。

[0072] プレス加工で燃料噴射孔301nを全せん断面に加工する場合、燃料噴射孔301nを袋穴状に押出し加工した後に弁座構成面301gを切削加工で仕上げる（特許文献2参照）。このような加工手順の場合、燃料噴射孔301nの弁座構成面301gへの開口部にバリが発生するため、このバリを取り除く工程が必要になる。本実施例では、弁座構成面301gの仕上げ行う切削加工（加工工程S6）を、燃料噴射孔301nの加工を行う加工工程S7及び加工工程S8に先行して行っている。本実施例では、燃料噴射孔301nをウォータージェットレーザー500で加工することにより、燃料噴射孔301nを加工しながらウォータージェットで加工面の清掃を行うことができる。このため、加工工程S6、加工工程S7及び加工工程S8の手順により、バリ取りの工程が不要になる。

[0073] バリ取りの工程を不要にするためには、加工工程S6の後に加工工程S8を行うだけでも良い。このため、加工工程S7、加工工程S6及び加工工程S8の手順で行ってもよい。また、加工工程S7は必ずしも必要でない場合もある。この場合、加工工程S7は実行せず、加工工程S6、加工工程S8の順に実行してもよい。この場合は、燃料噴射孔301nの荒加工無しに、燃料噴射孔301nの側壁面がウォータージェットレーザー500で形成さ

れる。本実施例では、特に、加工工程 S 3、加工工程 S 6 及び加工工程 S 8 の 3 つの順番が入れ替わらないように実行することが重要であり、その他の加工工程は必要に応じて省略することができる。或いは、図 3 に記載していないその他の加工工程を加えてもよい。

[0074] 本実施例の製造方法により製造された燃料噴射弁では、プレス加工により形成された凹部 301 o は噴射孔形成部材 301 の外表面に露出しているが、その加工面の表面粗さが小さく、デポジットが付着しにくい。ウォータージェットレーザー加工により形成された燃料噴射孔 301 n は、表面粗さが凹部 301 o の表面粗さよりも大きくなるが、表面粗さを小さい値にすることができ、また燃料噴射により常時洗われるため、デポジットが付着するのを防ぐことができる。

[0075] ウォータージェットレーザー加工により凹部の底面に燃料噴射孔 301 n を形成する際には、噴射孔形成部材 301 の剛性が低下した状態で噴射孔形成部材 301 に大きな荷重が作用せず、噴射孔形成部材 301 に大きな応力が発生しないため、燃料噴射孔 301 n の配置と傾斜角度とにおける設計自由度が高まる。

[0076] また、燃料噴射孔 301 n を放電加工で加工しても、プレス加工のような大きな荷重が半加工品 301' に作用することは防ぐことができる。しかし、放電加工では温度が高くなりすぎて燃料噴射孔 301 n の加工面の表面粗さが悪化し易い。特に、本実施例の構造のように、燃料噴射孔 301 n が複数個形成され、さらにその出口部に燃料噴射孔 301 n よりも径の大きな凹部 301 o が形成されると、熱の逃げる経路の断面積が小さくなる。これにより、放電加工による温度上昇が増え、加工面の表面粗さの悪化につながる。また、複数の燃料噴射孔を加工する場合、半加工品 301' が高温になって熱変形した状態で次々に燃料噴射孔を加工すると、燃料噴射孔の加工精度が低下する恐れがある。燃料噴射孔 301 n をウォータージェットレーザー加工で加工することにより、上述した課題を解決することができる。

[0077] 図 13 乃至図 15 を用いて、燃料噴射孔 301 n の例について説明する。

図 1 3 は燃料噴射孔 3 0 1 n の第 1 の例を示す。図 1 4 は燃料噴射孔 3 0 1 n の第 2 の例を示す。図 1 5 は燃料噴射孔 3 0 1 n の第 3 の例を示す。

[0078] 図 1 3 に示す第 1 の例では、燃料噴射孔 3 0 1 n 及び凹部 3 0 1 o は上述した構成と変わらない。燃料噴射孔 3 0 1 n は入口開口 3 0 1 n a から出口開口 3 0 1 n b まで径が一定のストレートな丸孔で構成されている。

[0079] 本例のような燃料噴射孔 3 0 1 n を形成する場合、ウォータージェットレーザー 5 0 0 の軸線の角度は動かさず、燃料噴射孔 3 0 1 n の周方向にウォータージェットレーザー 5 0 0 の軸線を半加工品 3 0 1 ' に対して相対的に移動させればよい。この場合、ウォータージェットレーザー 5 0 0 の軸線と半加工品 3 0 1 ' のいずれか一方を移動させてもよいし、両方を移動させてもよい。或いは、条件によっては、ウォータージェットレーザー 5 0 0 の軸線を固定したまま、ウォータージェットレーザー 5 0 0 の直径に等しい燃料噴射孔 3 0 1 n を形成することも可能である。

[0080] 本例の燃料噴射孔 3 0 1 n では、入口開口 3 0 1 n a で燃料流れに剥離 (6 0 0 a , 6 0 0 b) が生じるため、燃料噴射孔 3 0 1 n の実質的な直径が実際の形状的な寸法 D よりも小さい D ' ($\Phi D' < \Phi D$) になる。このため、本例の燃料噴射孔 3 0 1 n では、燃料の噴射速度が速くなり、燃料噴霧の到達距離が長くなる傾向にある。

[0081] 燃料噴射弁では、燃料噴霧の到達距離 (ペネトレーション) をコントロールするために、燃料噴射孔の直径 D に対する長さ L の比 (L / D) を適切な値に調整する必要がある。特に、燃焼室内に直接燃料を噴射する場合は燃焼室を構成するシリンダ壁面やピストン表面に燃料が付着しないよう、また、吸気管内に燃料を噴射する場合は吸気管内壁面に燃料が付着しないよう、到達距離の短い (低ペネトレーションの) 燃料噴霧を噴射することが求められる。図 1 4 及び図 1 5 に示す燃料噴射孔 3 0 1 n は、到達距離の短い燃料噴霧を実現するための燃料噴射孔の具体例である。

[0082] 図 1 4 に示す第 2 の例では、燃料噴射孔 3 0 1 n は入口開口 3 0 1 n a から出口開口 3 0 1 n b に向かって縮径している。凹部 3 0 1 o は上述した構

成と変わらない。弁座構成面 301g から燃料噴射孔 301n へ流れ込んだ燃料は燃料噴射孔 301n の中で径方向に圧縮されながら流れた後噴射される。径方向の拡がり成分はやや弱くなるが、燃料噴射孔 301n の長さ L を燃料が整流しきらない長さとしているため、径方向の拡がり成分は残存している。この場合、噴射速度は遅くなり、結果として噴霧の到達距離を短くすることが可能である。

[0083] 本例のような燃料噴射孔 301n を形成する場合、燃料噴射孔 301n の中心軸線 301nd に対してウォータージェットレーザー 500 の軸線を傾斜させる。また、ウォータージェットレーザー 500 の軸線に対して半加工品 301' を燃料噴射孔 301n の中心軸線 301nd を中心として回転させることにより加工することができる。これ以外にも、半加工品 301' を固定し、ウォータージェットレーザー 500 を動かして加工することも可能である。ただし、ウォータージェットレーザー 500 を動かすと、ウォータージェット 500a に乱れが生じる可能性があり、燃料噴射孔 301n の加工精度が悪化する可能性がある。このため、半加工品 301' 位置及び角度を動かしながら加工する方が現実的と考えられる。

[0084] 図 15 に示す第 3 の例では、燃料噴射孔 301n が楕円形状になっている。凹部 301o は丸孔としてもよいが、燃料噴射孔 301n に合わせて楕円形状にする方がよい。本例における燃料噴射孔の径 (D) は、燃料噴射孔の入口開口 301na おける楕円の面積 (本例では長辺が a13、短辺が b13) と面積が等しくなる円の直径 D を採用する。この楕円の面積は燃料噴射孔 301n の中で最小の面積となる。また、楕円の面積は入口 301na から出口開口 301nb までは孔の断面積が次第に大きくなっている。

[0085] 本例の構成によると、弁座構成面 301g の上流から流入する流れに対して、入口開口 301na が大きく開孔しているために、真円である場合に比べ、剥離を抑えることが可能となる。入口開口 301na から流れ込んできた燃料が燃料噴射孔 301n の中で径方向に広がりながら流れた後噴射される。それによって、径方向拡がり成分を大きく、噴射軸方向の噴射速度を遅く

することが可能となるため、燃料噴射弁の噴霧到達距離をさらに短くすることが可能である。

[0086] 本例の燃料噴射孔 301n は第 2 の例と同様にして、燃料噴射孔 301n の中心軸線 301nd に対してウォータージェットレーザー 500 の軸線を傾斜させて加工することができる。

[0087] なお、本実施例における噴射孔凹部は、デポジットが付きにくければ良く、一般的には、プレス加工が良い。表面処理等を行うことによりデポジットが問題にならないならば、切削加工や放電加工により凹部 301o を加工してもよい。その他にプレス加工並みの性能が出る加工方法があれば、その加工方法により凹部 301o を加工し、ウォータージェットレーザー加工によってオリフィス（燃料噴射孔）を加工するようにしてもよい。

[0088] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0089] 301…噴射孔形成部材、301'…半加工品、301g…弁座構成面、301g'、301g''…未完成状態の弁座構成面、301n…燃料噴射孔、301n'…未完成状態の燃料噴射孔、301o…凹部、301r'…押出し部、403、404…パンチ、500…ウォータージェットレーザー、500a…ウォータージェット、501…レーザー光、502…フォーカスレンズ、503…水容器（液体容器）、503a…窓、503b…給水口（液体供給口）、503c…ノズル、S1～S8加工工程。

請求の範囲

- [請求項1] 噴射孔形成部材の表面に形成された凹部と、前記凹部の内側に出口が開口し前記噴射孔形成部材の裏面に入口が開口する燃料噴射孔とを有する燃料噴射弁の製造方法において、 プレス加工で前記凹部を形成する凹部加工工程と、前記凹部加工工程の後にウォータージェットレーザー加工で前記燃料噴射孔を形成する燃料噴射孔加工工程とを実行することを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射弁の製造方法において、
前記凹部加工工程と前記燃料噴射孔加工工程との間に、前記噴射孔形成部材の裏面に、弁体が当接する弁座が設けられる弁座構成面を形成する弁座構成面加工工程を実行することを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の燃料噴射弁の製造方法において、
前記燃料噴射孔加工工程で加工される燃料噴射孔の入口は前記弁座構成面上に開口していることを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載の燃料噴射弁の製造方法において、
前記凹部加工工程で複数の凹部をプレス加工し、前記燃料噴射孔加工工程で前記複数の凹部のそれぞれにウォータージェットレーザー加工で前記燃料噴射孔の側壁面を加工することを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。
- [請求項5] 噴射孔形成部材の表面に形成された凹部と、前記凹部の内側に出口が開口し前記噴射孔形成部材の裏面に入口が開口する燃料噴射孔とを有する燃料噴射弁において、
プレス加工で形成された前記凹部と、ウォータージェットレーザー加工で形成された前記燃料噴射孔とを備えたことを特徴とする燃料噴射弁。
- [請求項6] 請求項5に記載の燃料噴射弁において、
前記燃料噴射孔の入口は前記弁座構成面上に開口していることを特

徴とする燃料噴射弁。

[請求項7]

請求項6に記載の燃料噴射弁において、

前記凹部を複数備え、複数の前記凹部のそれぞれに一つずつ形成された前記燃料噴射孔を複数備えたことを特徴とする燃料噴射弁。

[図1]

図 1

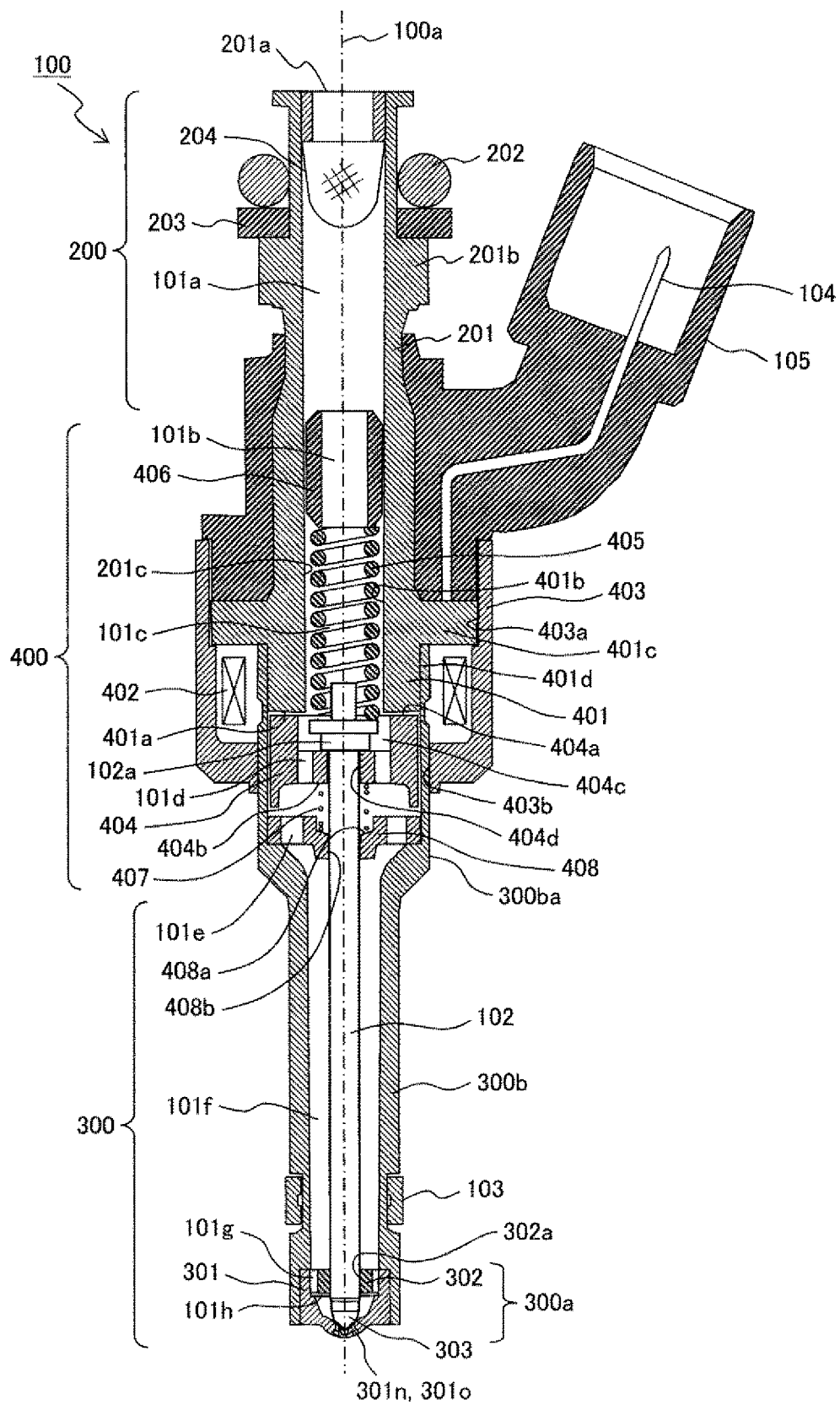
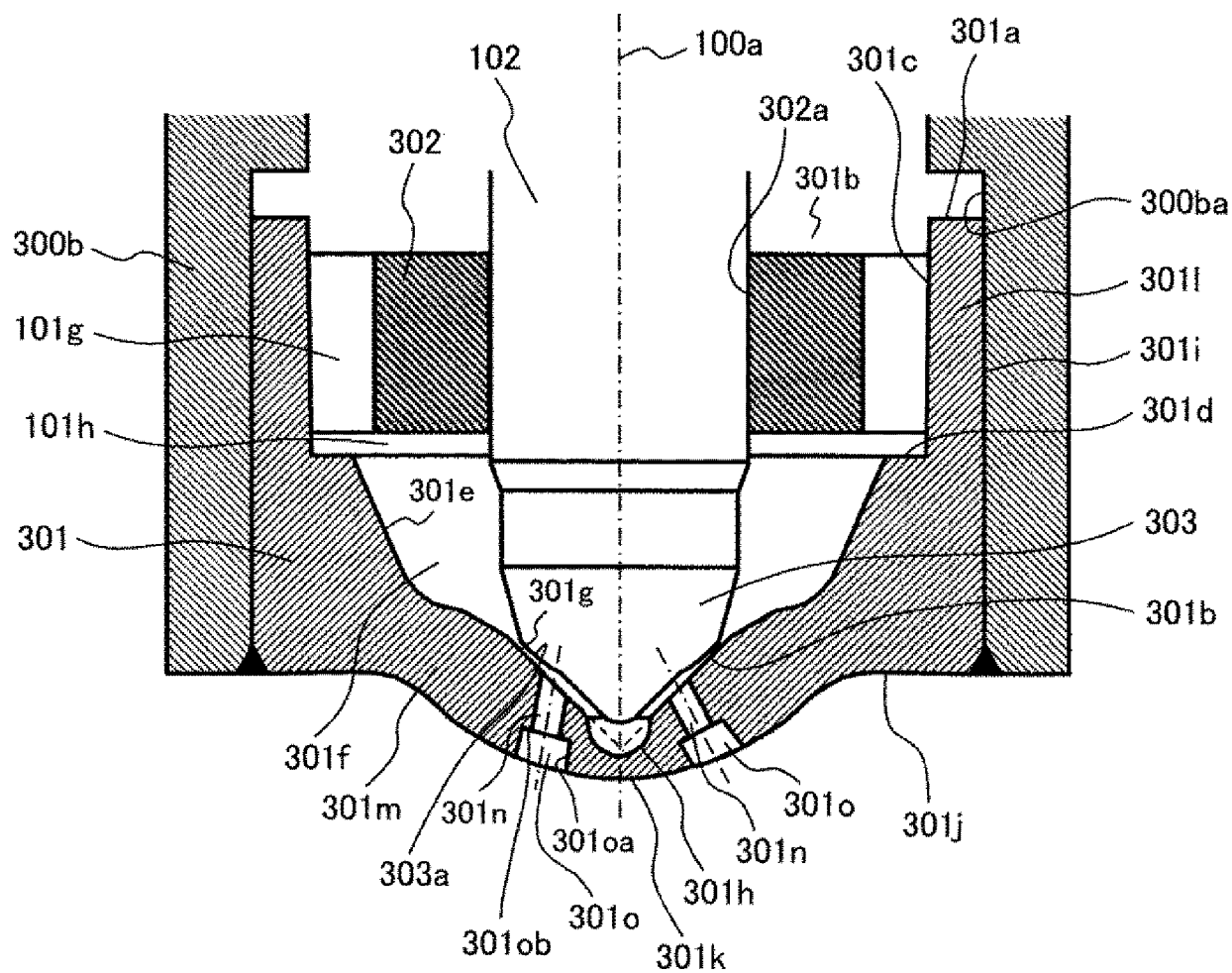
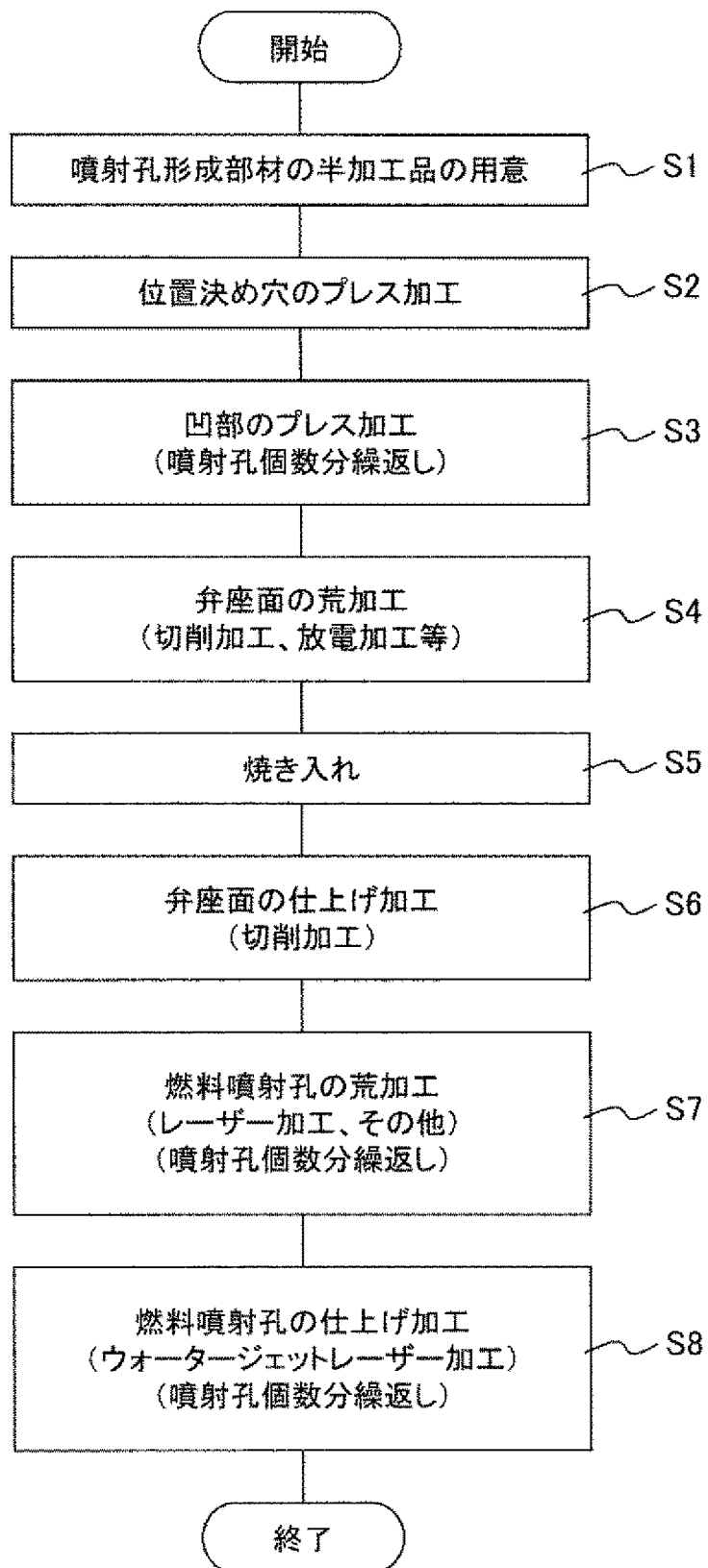


图 2



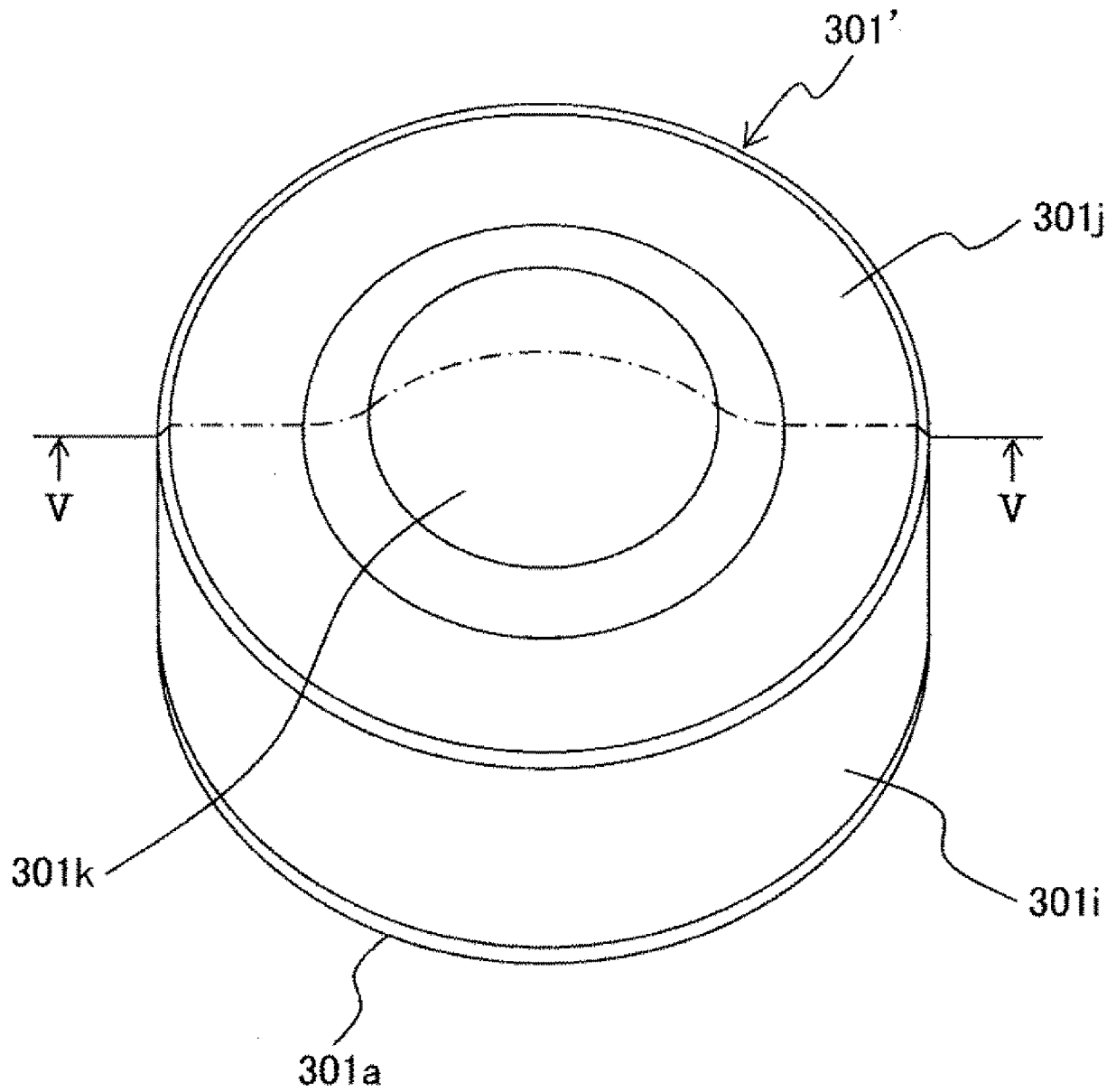
[図3]

図 3



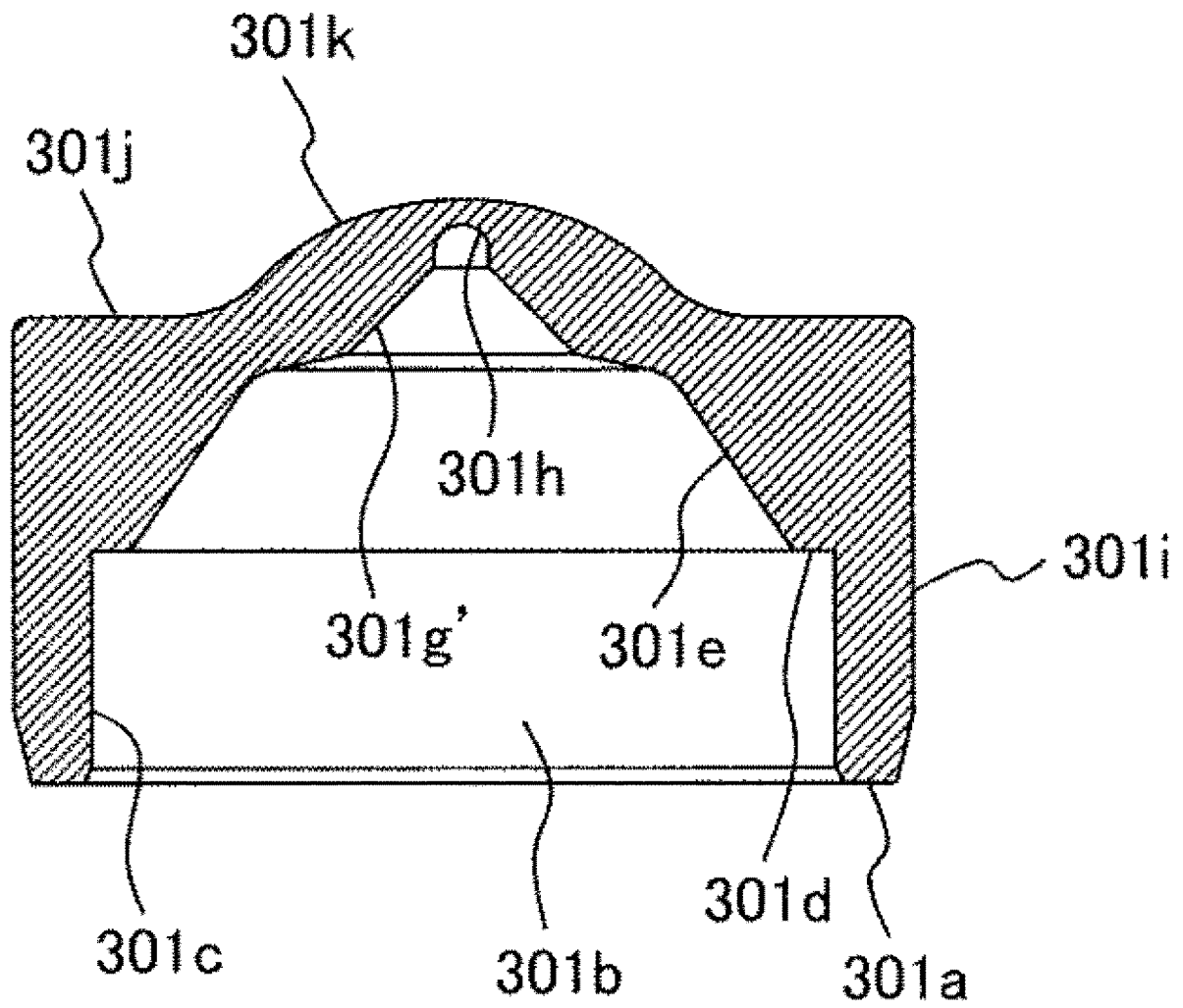
[図4]

図 4



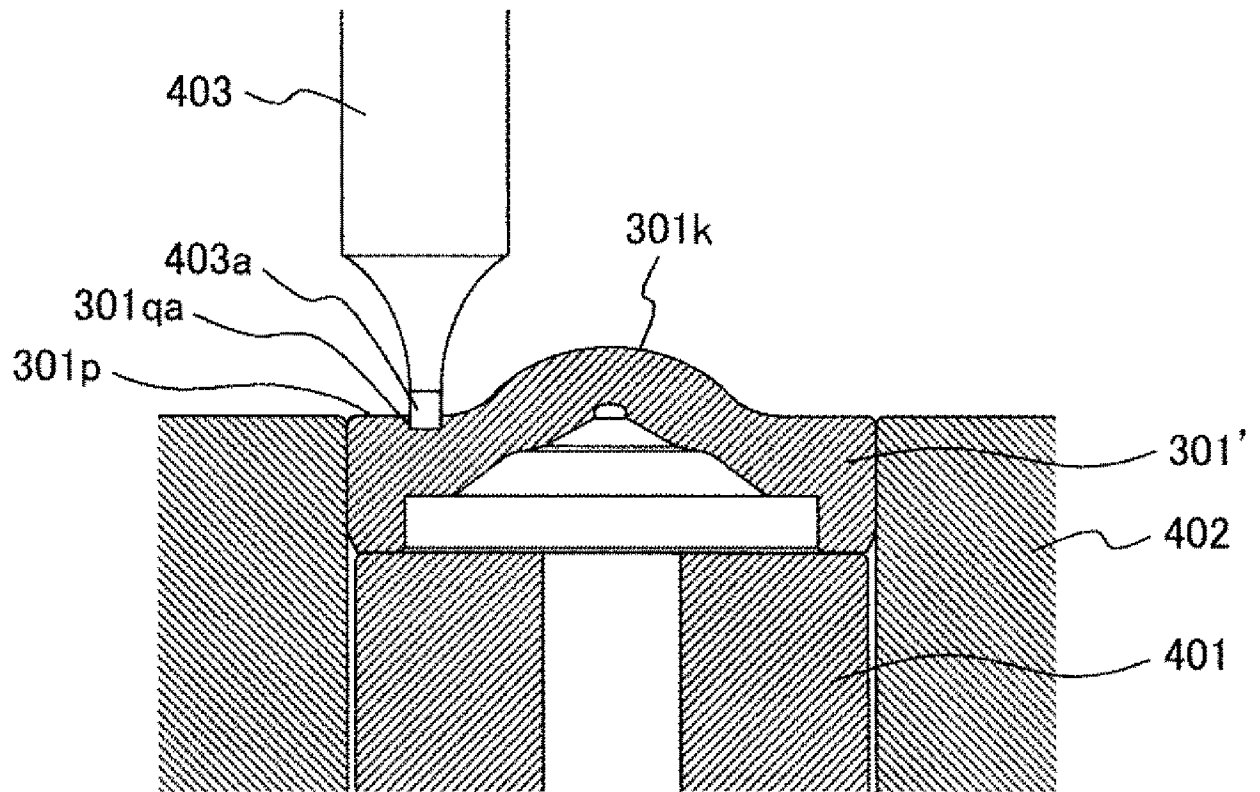
[図5]

図 5



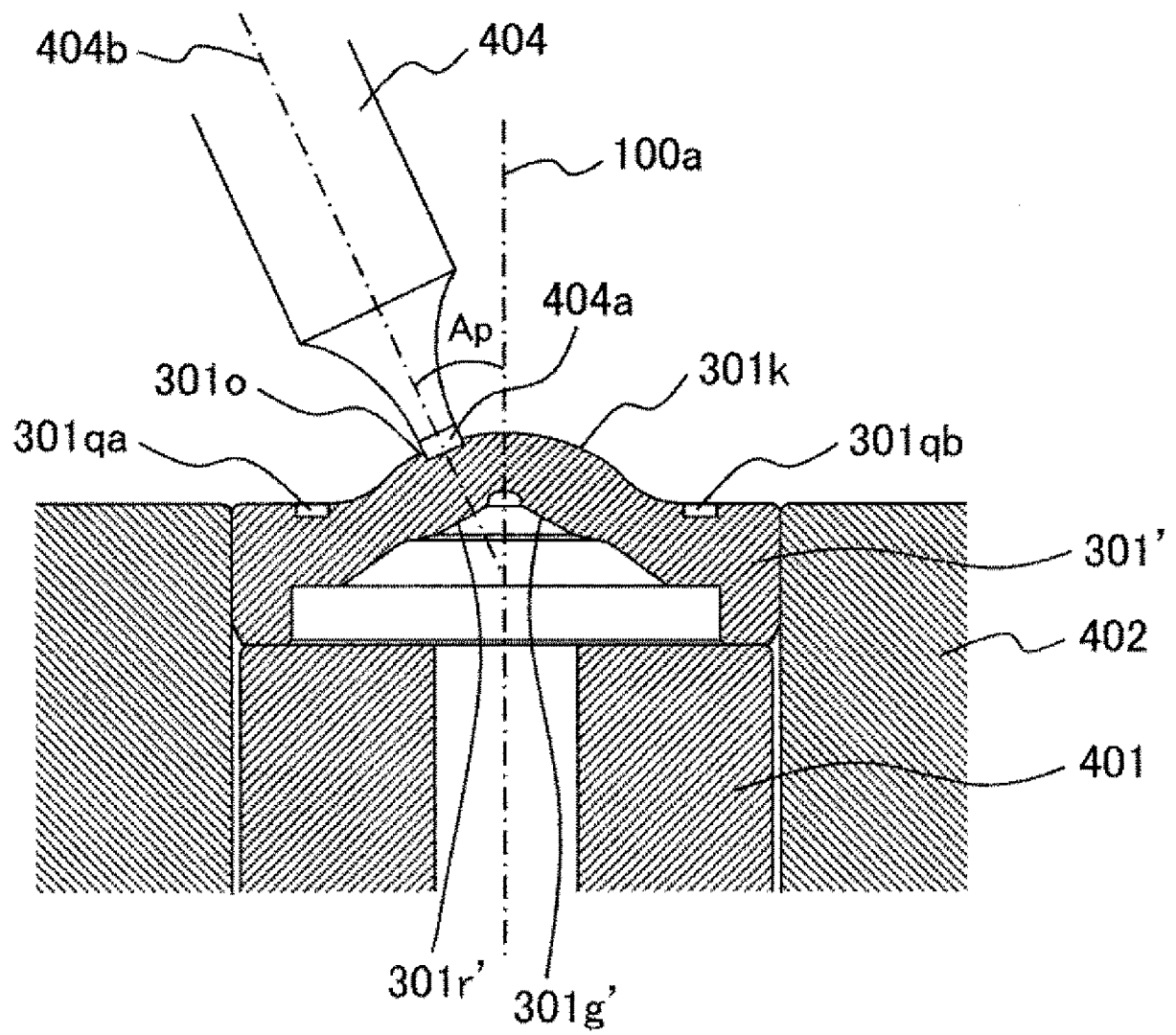
[図6]

図 6



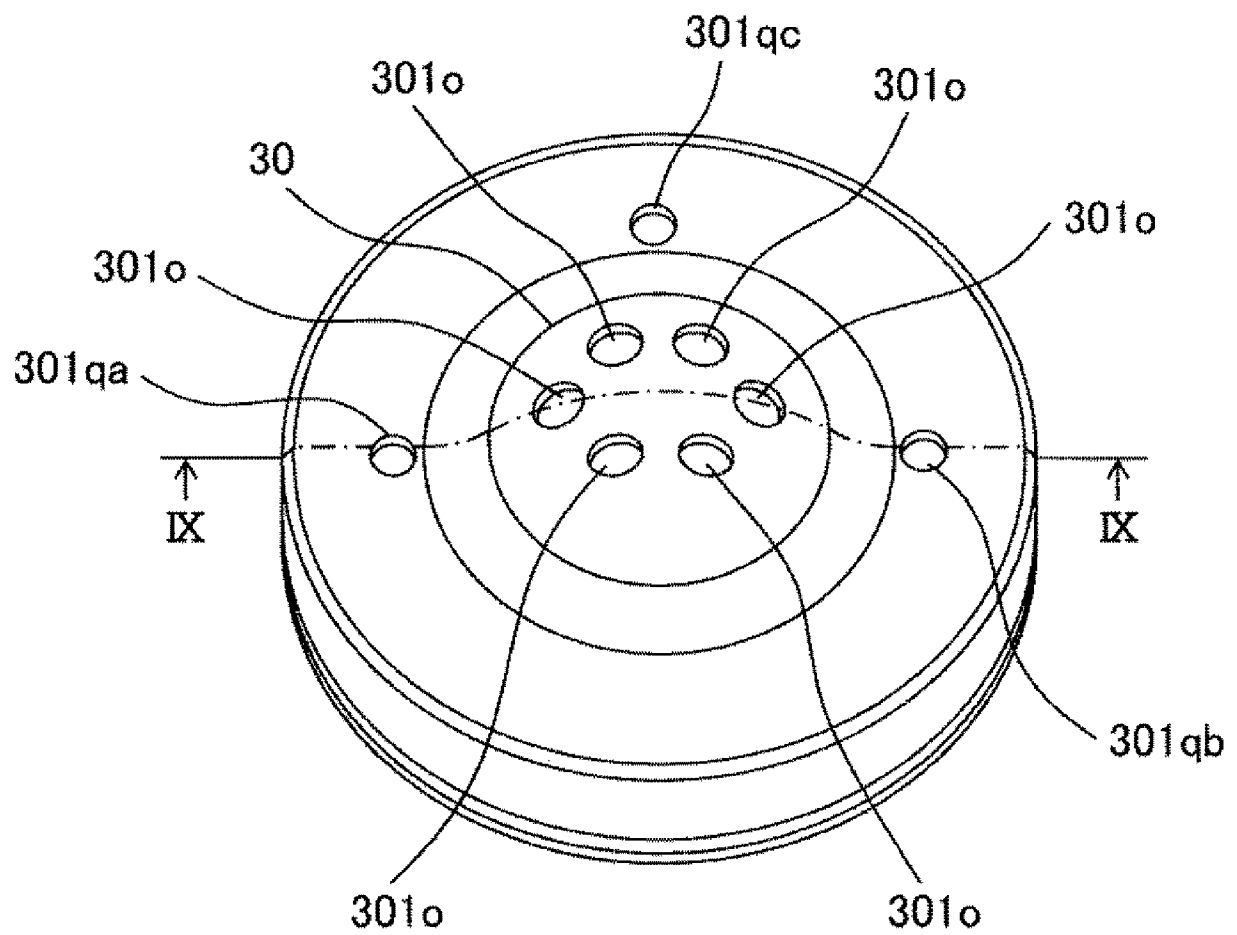
[図7]

図 7



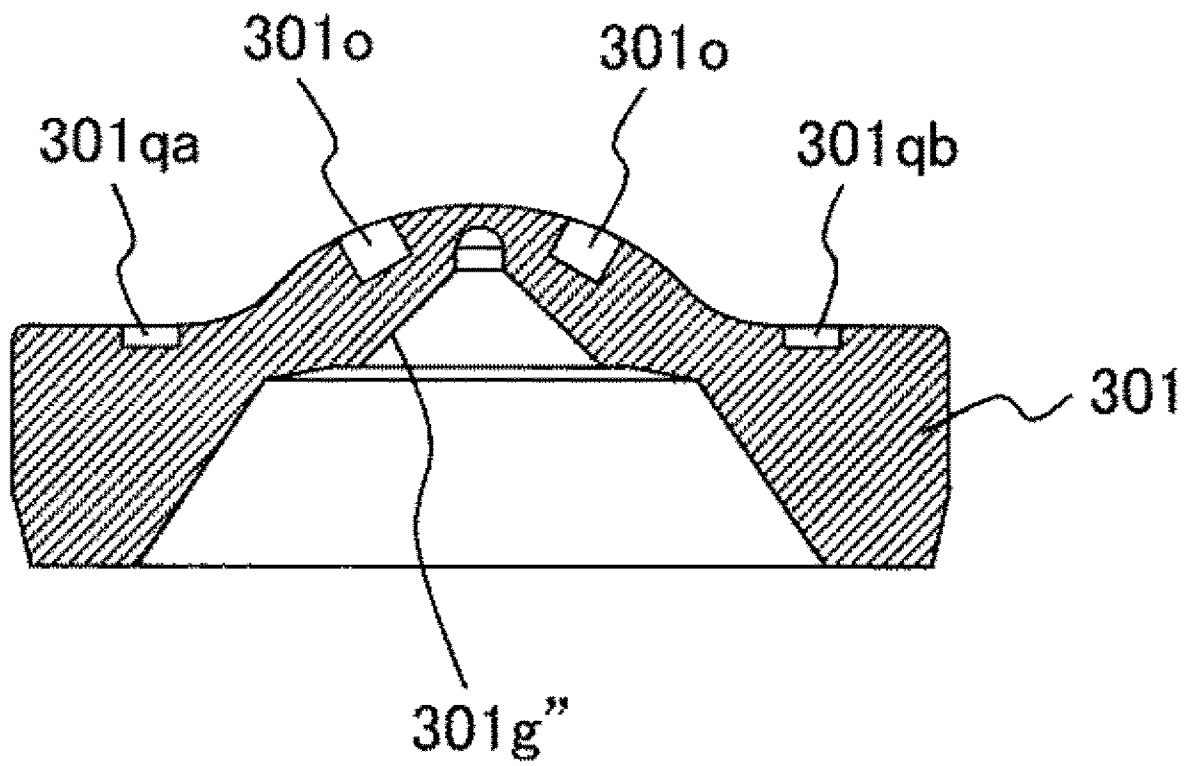
[図8]

図 8



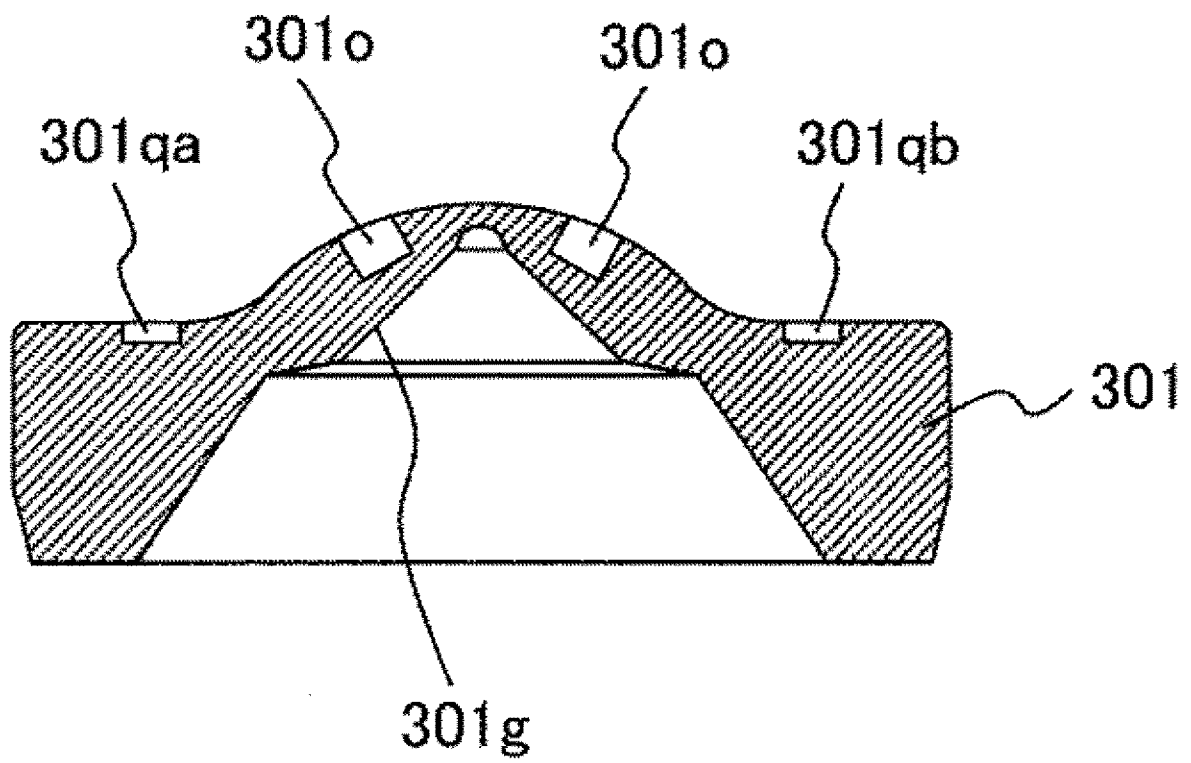
[図9]

図 9



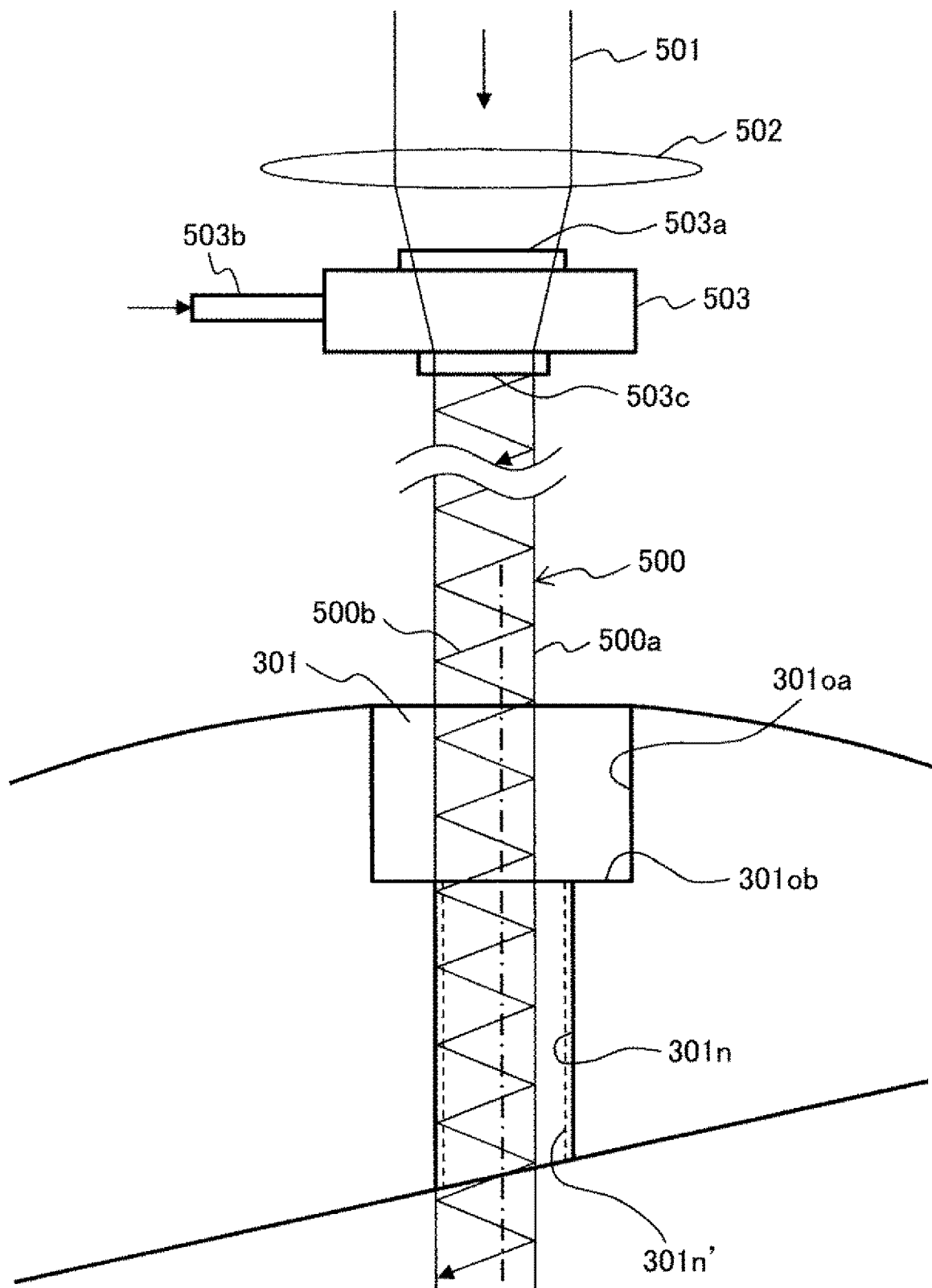
[図10]

図 10



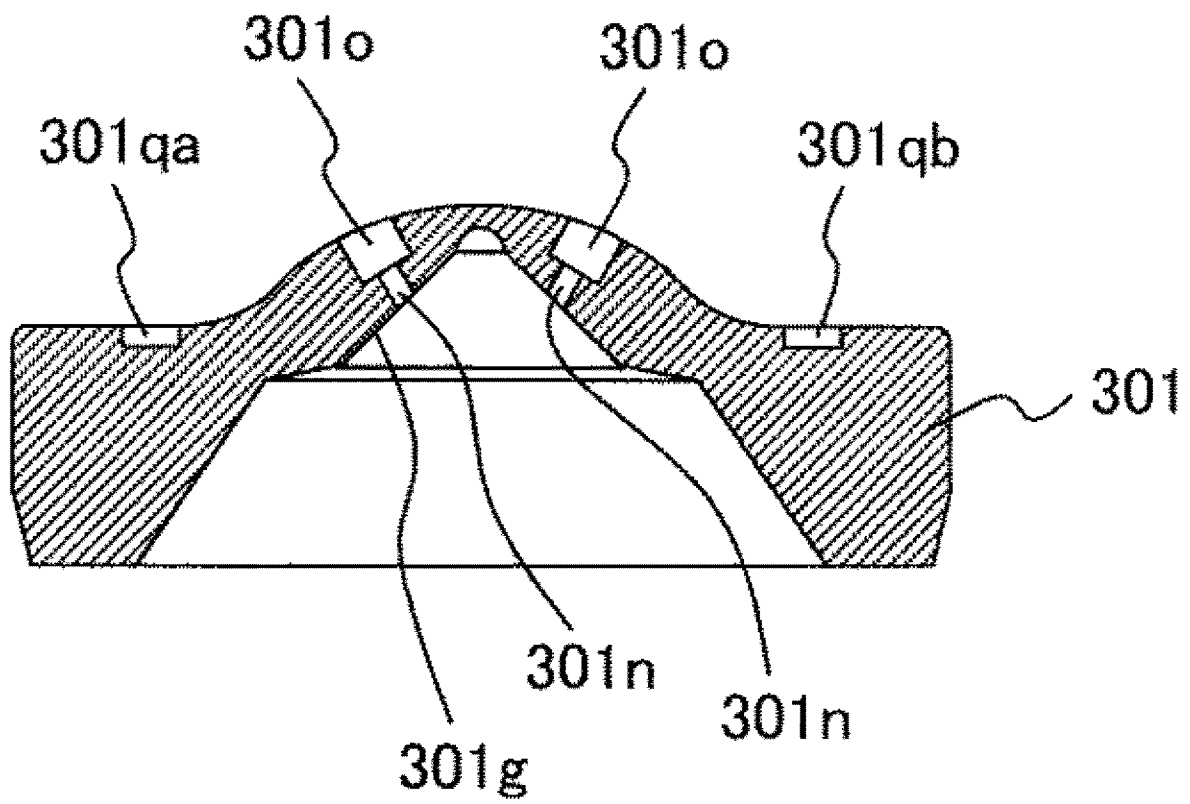
[図11]

図 11



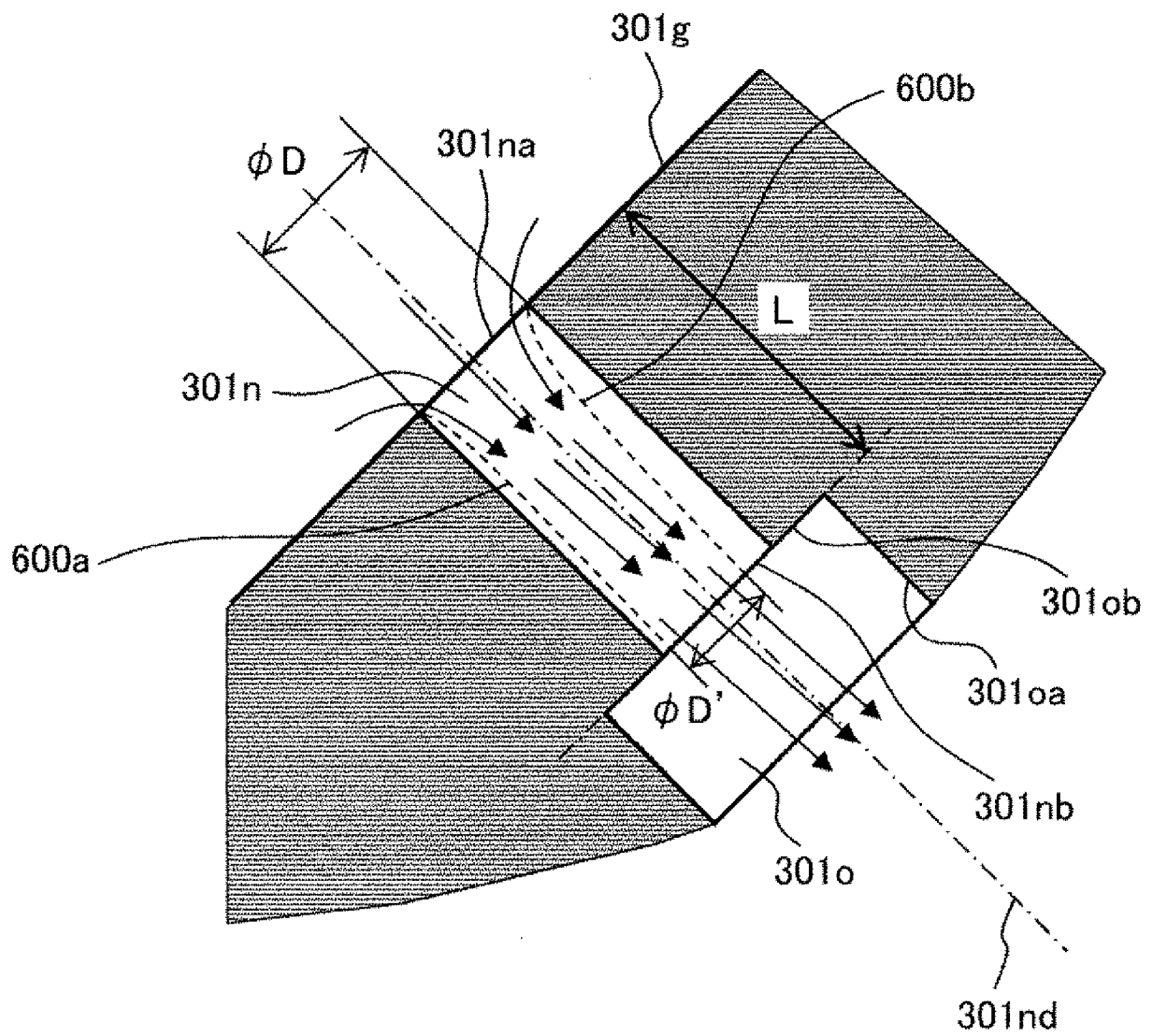
[図12]

図 12



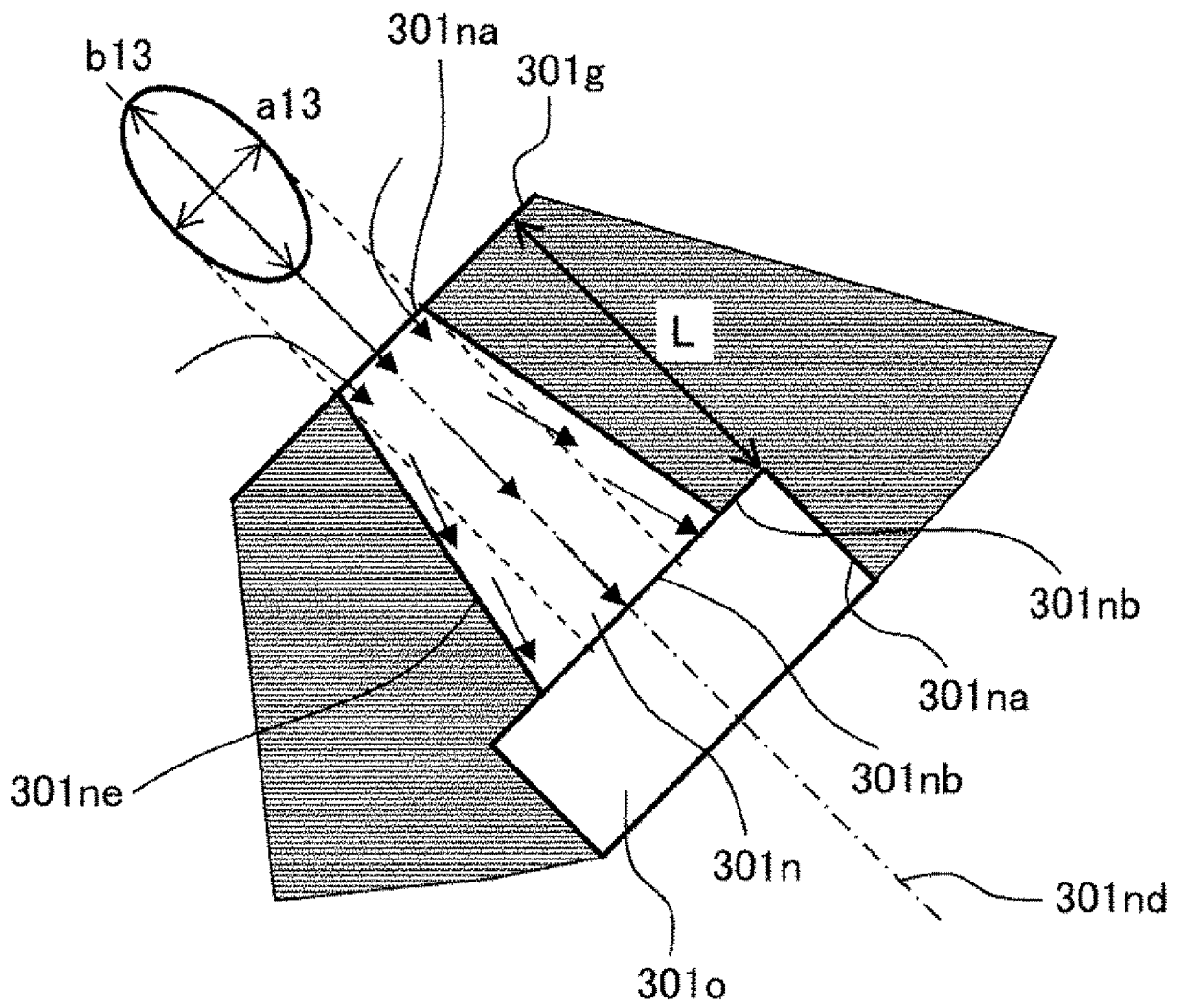
[図13]

図 13



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M51/06(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)

F02M51/06

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2011-140036 A (Denso Corp.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraphs [0001] to [0011], [0036] to [0041], [0053] to [0057]; fig. 5, 8 & US 2011/0163078 A1 & DE 102011000005 A1 & CN 102151989 A	1-7
Y	JP 2010-59899 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraphs [0002] to [0014]; fig. 1 to 17 & US 2011/0011954 A1 & WO 2010/026829 A1	1-7

☒ 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
04 June, 2014 (04.06.14)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2014 (17.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055539

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 2011-45906 A (Denso Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0002] to [0005], [0021], [0027] & US 2010/0163539 A1 & DE 102009059266 A & CN 101823184 A & CN 103028847 A	1-7
A	JP 3680864 B2 (Synova SA), 10 August 2005 (10.08.2005), entire text; all drawings & US 5902499 A & WO 1995/032834 A1 & DE 4418845 C1 & DE 19518263 A1 & DE 4418845 C1	1-7
A	JP 2010-155267 A (Denso Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), claims 1 to 6; paragraphs [0001] to [0019]; fig. 1 to 3 & US 2010/0163539 A1 & DE 102009059266 A1 & CN 101823184 A	1-7
A	JP 2003-506626 A (Robert Bosch GmbH), 18 February 2003 (18.02.2003), entire text; all drawings & US 6826833 B1 & EP 1208298 A1 & EP 1508689 A1 & WO 2001/011229 A1 & DE 19937961 A1 & CN 1373833 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02M51/06(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（I P C））

Int.Cl. F02M51/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2011-140036 A（株式会社デンソー）2011.07.21, 段落【0001】－【0011】、【0036】－【0041】、【0053】－【0057】、図5, 8 & US 2011/0163078 A1 & DE 102011000005 A1 & CN 102151989 A	1-7
Y	JP 2010-59899 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2010.03.18, 段落【0002】－【0014】、図1－17 & US 2011/0011954 A1 & WO 2010/026829 A1	1-7

☒ 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

0 4 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

橋本 敏行

3 G

3 9 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

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 2011-45906 A (株式会社デンソー) 2011.03.10, 段落【0002】 －【0005】、【0021】、【0027】 & US 2010/0163539 A1 & DE 102009059266 A & CN 101823184 A & CN 103028847 A	1-7
A	JP 3680864 B2 (シノバ・ソシエテ・アノニム) 2005.08.10, 全文、 全図 & US 5902499 A & WO 1995/032834 A1 & DE 4418845 C1 & DE 19518263 A1 & DE 4418845 C1	1-7
A	JP 2010-155267 A (株式会社デンソー) 2010.07.15, 請求項1－6, 段落【0001】－【0019】、図1－3 & US 2010/0163539 A1 & DE 102009059266 A1 & CN 101823184 A	1-7
A	JP 2003-506626 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミツ ト ベシユレンクテル ハフツング) 2003.02.18, 全文、全図 & US 6826833 B1 & EP 1208298 A1 & EP 1508689 A1 & WO 2001/011229 A1 & DE 19937961 A1 & CN 1373833 A	1-7