(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
2017 年 1 月 12 日(12.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/006704 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01) *B23K 26/21* (2014.01)
B23K 26/082 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/067372

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 10 日(10.06.2016)

(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 2015-136614 2015 年 7 月 8 日(08.07.2015) 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２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 宮城 雅徳(MIYAGI Masanori); 〒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). 一戸 誠之 (ICHINOHE Masayuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 張 旭東 (ZHANG Xudong); 〒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). 黒木 達郎 (KUROKI Tatsuro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０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: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

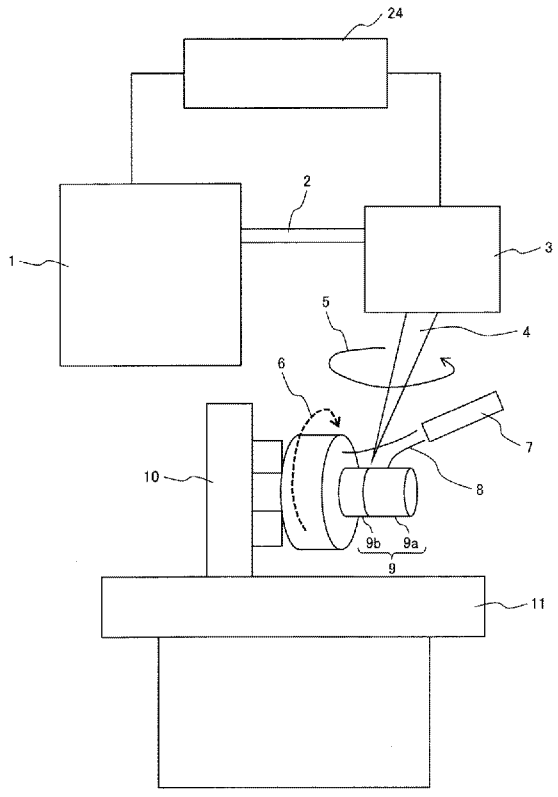
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

(54) 発明の名称 : レーザ溶接方法、高圧燃料供給ポンプ及び燃料噴射弁

図 1



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a laser welding method with which it is possible to ensure an effective welding length when irradiating a laser beam at an incline. A laser welding method for performing welding by periodically scanning a laser 4 in an oscillating manner and directing the laser 4 on the surface of an object to be welded 9 while the object to be welded 9 is caused to move, wherein at least one of the output, scanning speed, and scanning path of the laser 4 is controlled, and the amount of input heat on both left and right sides along the direction in which welding proceeds is caused to vary substantially, to perform welding.

(57) 要約: 本発明の目的は、レーザビームを斜めに照射した時の有効溶接長を確保することができるレーザ溶接方法を提供することにある。溶接対象物９を移動させながら、レーザ４を周期的に揺動走査させて溶接対象物９の表面に照射して溶接を行うレーザ溶接方法において、レーザ４の出力と走査速度と走査軌道とのうち少なくともいずれか一つを制御して、溶接進行方向の左右両側における入熱量を実質的に異ならせて溶接を行う。

WO 2017/006704 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 ：

レーザ溶接方法、高圧燃料供給ポンプ及び燃料噴射弁

技術分野

[0001] 本発明はレーザ溶接に関し、特に自動車部品のレーザ溶接に好適なレーザ溶接方法に関するものである。

背景技術

[0002] レーザ溶接は、溶け込みが深い溶接が可能であり、従来のアーク溶接と比較して、精密にかつ高速に溶接が可能であるため、近年、利用が拡大している。溶け込みが深い溶接ができる理由として、レーザがアーク溶接などと比べて、高いパワー密度を有しているため、レーザが照射された金属は瞬時に、溶融、蒸発する。その蒸発による高い反力によって、溶融部は押し下げられ、キーホールと呼ばれる空間が形成される。レーザはキーホールを通じて、材料内部まで到達できるため、溶け込みが深い溶接が達成される。自動車部品は複雑な構造をしており、また製造ライン構造の制約から、溶接部に対し、垂直にレーザを照射できない場合が多々ある。そういった場合には、斜めからのレーザ照射となるため、実際の溶け込み深さと有効な溶接長が異なることになる。このような場合に、十分な有効溶接長を得るためには、過大な入熱量が必要になるという課題がある。また、セッティングのずれなどにより、狙い位置がずれた場合には、有効溶接長が大きく変化してしまうという課題があった。狙い位置のずれに対する対策として、特開平２－１４２６９０号公報（特許文献１）に記載されているようにレーザを左右にウィービングすることで溶接幅を大きくすることが提案されている。

[0003] その他のレーザ溶接の例として、特開平１０－７１４８０号公報（特許文献２）に記載されたレーザ溶接方法が知られている。このレーザ溶接方法は、レーザビームを重ね合わせためっき鋼板上に集光させ、レーザビームの光軸を２次元の軌跡の走査を行いつつ溶接個所を順次移動して溶接を行い、且

つ前記走査の幅は前記レーザビームの光軸の基準軸を中心とする全ての方向に対して、前記レーザビームの集光スポット直径の０．２倍以上、１０倍以下としている。また、走査パターンが円又は楕円の場合、鋼板上でのレーザビーム光軸の軌跡の重なりを一定範囲にとどめている（要約参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平２－１４２６９０号公報

特許文献2：特開平１０－７１４８０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及び特許文献２の溶接方法はビームスキャニング装置によりレーザビームを溶接方向に対して直角方向へ往復振動させ、この往復振動されたレーザビームを用いることで接合部のビード幅を広げて引張り強度を向上させている。この溶接方法をつき合わせ継ぎ手に用いることで、狙い位置裕度は向上することが可能と推定される。しかしながらこの溶接方法は、狙い位置ずれの裕度を向上することができても、斜め照射時の有効溶接長の確保に寄与することはできない。

[0006] 本発明の目的は、レーザビームを斜めに照射した時の有効溶接長を確保することができるレーザ溶接方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、「溶接対象物を移動させながら、レーザを周期的に揺動走査させて溶接対象物の表面に照射して溶接を行うレーザ溶接方法において、レーザの出力と走査速度と走査軌道とのうち少なくともいずれか一つを制御して、溶接進行方向の左右両側における入熱量を実質的に異ならせて溶接を行うことを特徴とするレーザ溶接方法。」を特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明のレーザ溶接方法を用いることにより、溶接幅を広げることができ、狙い位置裕度を向上することができる。また、レーザを斜めに照射する場合の有効溶接長を長くすることができる。

[0009] 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

[0010] [図1]実施例１におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[図2A]実施例１におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図2B]実施例１における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図3A]本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図3B]本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図4]実施例２におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[図5A]実施例２におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図5B]実施例２における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図6A]本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図6B]本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図7]実施例３におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[図8A]実施例３におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図8B]実施例３における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図9A]本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図9B]本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図10]実施例４におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[図11A]実施例４におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図11B]実施例４における溶接部断面形を示す模式図である。

[図12A]本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。

[図12B]本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。

[図13]溶接条件と溶接部形状の関係調査結果を示す図である。

[図14]レーザの走査軌道と溶接対象物の回転方向との関係を示す模式図である。

[図15]対称溶接形状と非対称溶接形状とをレーザ回転走査の回転径と入熱量の比によって分類した図である。

[図16]本発明に係る燃料ポンプの一実施例を示す断面図である。

[図17]本発明に係る燃料噴射弁の一実施例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る実施例を図面を用いて説明する。

実施例 1

[0012] 図１は、実施例１におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[0013] 図１において、１はレーザ発振器、２はレーザ用の光ファイバ、３はガルバノスキャナ、４はレーザ、５はレーザの回転方向、６は溶接対象物の回転方向（溶接部の移動方向）、７はシールドガスノズル、８はシールドガス、９は溶接対象物、１０はロータリースピンドル、１１は加工ステージ、２４は制御装置を示している。

[0014] 本実施例では、溶接対象物９は燃料ポンプ部品とし、素材は３０４ステンレス鋼とした。またレーザ４は波長が約1030nmのディスクレーザとした。レーザ４の走査軌道は円とした。レーザ４は２５°傾斜させて施工を行った。シールドガス８は窒素ガスとした。

[0015] レーザ発振器１で生成されたレーザ４はレーザ用の光ファイバ２を通じて、ガルバノスキャナ３に送られる。レーザ４はガルバノスキャナ３で集光さ

れ、溶接対象物９に照射される。溶接対象物９はロータリースピンドル１０に固定され、所定の速度で回転させた。ガルバノスキャナ３は内部にガルバノミラーを有しており、ミラーの角度を変化させることで、レーザ４の照射位置を制御することができる。溶接継ぎ手構造は突合せとなっている。

[0016] 図２Ａは、実施例１におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図２Ｂは、実施例１における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図２Ｂの溶接部断面は溶接線１２に垂直な断面である。

[0017] １２は溶接線、１３は低入熱側レーザ照射位置、１４は高入熱側レーザ照射位置、１５はレーザ走査軌道、１６はレーザ走査方向、１７は溶融池、１８は溶接部断面形状、１９は有効溶接長（点線部分）、２０は接合面、３０はレーザ４の円形走査軌道の中心Ｏが通る軌跡を示している。なお、本実施例では、溶接継ぎ手構造は突合せであるため、図２Ａにおいて、溶接線１２は接合面２０と一致している。

[0018] 図２Ａに示すように、レーザ４は、Ｏを中心として半径ｒの円を描くように、走査する。溶接対象物９は回転方向６に沿って移動させるため、レーザ４が走査軌道を一周したときに、一周前の走査軌道に重なることはない。走査軌道を一周したときのレーザ４の照射位置は、一周前の照射位置に対して、溶接対象物９の移動速度と走査軌道を一周するのに要する時間との積に相当する距離だけ、ずれが生じる。

[0019] レーザ４をレーザ走査軌道に沿って回転させながら溶接を行うことで、溶接対象物９の回転方向の関係から、溶融池１７に低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レーザ照射位置１４ができる。

[0020] 高入熱側レーザ照射位置１４は、レーザ照射による溶接対象物９への入熱量が多くなる位置である。円形の走査軌道上において、その接線方向が溶接対象物９の移動方向と平行で且つ同じ向きになる側では、レーザ４と溶接対象物９との相対速度が小さくなり、高入熱側レーザ照射位置１４ができる。また、低入熱側レーザ照射位置１３は、レーザ照射による溶接対象物９への入熱量が少なくなる位置である。走査軌道の接線方向が溶接対象物９の移動

方向と平行で且つ逆向きになる側では、レーザ４と溶接対象物９との相対速度が大きくなり、低入熱側レーザ照射位置１４ができる。

[0021] 本実施例ではレーザ４を直径２ｍｍの円で連続的に回転させながら溶接を行った。低入熱側と高入熱側の入熱量の比は１．１倍であった。シールドガス流量は５０Ｌ／ｍｉｎとした。溶融池１７内の入熱量の差は溶接部断面形状１８に影響し、高入熱側レーザ照射位置１４では深い溶け込みＤ１４が得られ、低入熱側レーザ照射位置１３ではやや浅い溶け込みＤ１３が得られており、非対称な溶接部断面形状となる。

[0022] 本実施例では、接合面２０の部分で溶け込み深さが最大となるように、レーザ照射位置を調整する。これにより、接合する２つの部材の突合せ位置において、最大の溶け込み深さとなり、効果的に有効溶接長１９を確保できる。本実施例では、有効溶接長１９は、溶け込み深さ寸法Ｄ１４に等しい。

[0023] 本実施例では、有効溶接長１９を長くするために、円形の走査軌道の中心Ｏは、軌跡３０を通る。軌跡３０は接合面２０から外れた位置に存在する。中心Ｏは、接合面２０に対してレーザ照射側（ガルバノスキャナ３側）とは反対側（溶接対象物９ｂ側）に、ずれた位置に設定される。このため、溶接対象物９ａ側におけるレーザ４の振れ幅δａは溶接対象物９ｂ側におけるレーザ４の振れ幅δｂよりも小さくなる。

[0024] 中心Ｏが接合面２０からずれる方向とそのずれ量とは、円形の走査軌道の半径ｒと、レーザ出力（溶け込み深さ）と、レーザの照射角度とによって変わる。従って、中心Ｏが接合面２０上に位置する場合もあり得る。

[0025] また溶接部断面形状１８から溶接部の幅が広く、レーザ照射位置が左右に変化しても、有効溶接長１９は変化しにくく、ロバスト性に優れた溶接を行うことができる。

[0026] 図３Ａは、本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図３Ｂは、本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図３Ｂの溶接部断面は溶接線１２に垂直な断面である。

[0027] 図３Ａにおいて、２１はレーザ照射位置を示している。この比較例では、レーザ４を回転させていないため、レーザ４の回転半径ｒは０の場合である。この場合、図３Ａに示すように、レーザ４が通る軌跡３０は溶接線１２及び接合面２０と一致している。

[0028] レーザの回転がない場合には、溶融池１７’の幅は、回転がある場合に比べて狭く、溶接部断面形状１８’も狭く、深くなっている。本実施例の場合、斜めから溶接を実施しているため、有効溶接長（点線部分）１９’は回転がある場合よりも短くなる。またレーザ照射位置２１が左右にずれた場合には、容易に有効溶接長１９’が変化する。従って、図３Ａ及び図３Ｂのような溶接プロセスは、生産上好ましくない。溶接溶け込み不足は製品の致命的な欠陥となる恐れがある。また、図３Ａの比較例では、レーザ４が通る軌跡３０は溶接線１２及び接合面２０と一致していたが、有効溶接長１９’を長くするために、レーザ照射側にずれた位置に設定しても良い。しかし、ビード幅が狭いため、ずれ量が大きいと溶接対象物表面の接合面を溶接できなくなる恐れがある。従って、本実施例のように、効率的に有効溶接長１９を確保でき、且つロバスト性に優れた溶接プロセスは非常に有用であると考えられる。

[0029] 本実施例は本発明を突合せ溶接に適用した例であるが、溶接部継ぎ手構造はこれに限らない。また本実施例は、レーザ回転走査による溶接線１２に対して左右の相対速度の違いを利用した例である。その他に、レーザ出力を変化させることで、左右の入熱量の差を増大することができる。レーザ回転走査或いはレーザ出力変化は、制御装置２４でガルバノスキャナ３或いはレーザ発振器１を制御することにより、実行される。

[0030] 制御装置２４はレーザ出力、レーザ走査速度、レーザ走査軌道を制御する装置である。本発明を実施するために、レーザ出力、レーザ走査速度、レーザ走査軌道を同期させて制御することが必要である。レーザ回転走査は制御装置２４でガルバノスキャナ３を制御することにより実行される。レーザ出力変化は制御装置２４でレーザ発振器１を制御することにより実行される。

[0031] 制御装置２４は内部にレーザの照射位置を演算する機能を有し、レーザの照射位置に合わせてレーザ出力やレーザ走査速度を変化させることが可能である。またレーザ出力、レーザ走査速度、レーザ走査軌道を事前にプログラムし、同時に開始することで、同期を取ることも可能である。すなわち、制御装置２４でガルバノスキャナ３を制御することによりレーザ回転走査を行いながら、制御装置２４でレーザ発振器１を制御することによりレーザ出力を変化させてもよい。レーザ回転走査と溶接対象物９の移動方向との関係から溶接対象物９への入熱量が多くなる側で、さらにレーザ出力を大きくして入熱量を増やすことができる。或いは、レーザ回転走査と溶接対象物９の移動方向との関係から溶接対象物９への入熱量が少なくなる側で、さらにレーザ出力を小さくして入熱量を減らすことができる。或いは、レーザ回転走査と溶接対象物９の移動方向との関係から溶接対象物９への入熱量が多くなる側で、レーザ出力を小さくして入熱量を減らし、左右の入熱量の差を小さくすることができる。或いは、レーザ回転走査と溶接対象物９の移動方向との関係から溶接対象物９への入熱量が少なくなる側で、レーザ出力を大きくして入熱量を増やし、左右の入熱量の差を小さくすることができる。

[0032] また本実施例で使用されたレーザの種類、溶接対象物の素材、シールドガス種類及びレーザ溶接条件も上述したものに限らず、その他のものを使用することができる。

実施例 2

[0033] 図４～図６Ｂを参照して、本発明に係る実施例２を説明する。各図において、実施例１と同じ構成要素には実施例１と同じ符号を付している。実施例１と同じ構成要素については、説明を省略する。

[0034] 図４は、実施例２におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[0035] 本実施例では、溶接対象物９Ａが実施例１と異なる。溶接対象物９Ａは燃料噴射部品とし、素材は３０４ステンレス鋼とした。またレーザ４は波長が約１０３０ｎｍのディスクレーザとした。レーザ４の走査軌道は円とした。レーザ４は溶接対象物９の垂直方向から照射して施工を行った。シールドガ

ス８は実施例１と同様に窒素ガスとした。

[0036] 溶接対象物９Ａはロータリースピンドル１０に固定され、所定の速度で回転させた。レーザ４の照射位置は、実施例１で記載したように、制御装置２４によりガルバノスキャナ３を操作することにより、制御することができる。溶接対象物９Ａ（９Ａａ，９Ａｂ）の溶接継ぎ手は重ね溶接構造となっている。

[0037] 図５Ａは、実施例２におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図５Ｂは、実施例２における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図５Ｂの溶接部断面は回転方向（移動方向）６に垂直な断面である。

[0038] 図５Ａ及び図５Ｂにおいて、１３Ａは低入熱側レーザ照射位置、１４Ａは高入熱側レーザ照射位置、１５Ａはレーザ走査軌道、１６Ａはレーザ走査方向、１７Ａは溶融池、１８Ａは溶接部断面形状、１９Ａは有効溶接長（点線部分）、２０Ａは接合面を示している。

[0039] 本実施例の溶接継ぎ手は重ね溶接構造である。このため、レーザ４の円形走査軌道の中心Ｏが通る軌跡３０に垂直で、且つ接合面２０に平行な方向に有効溶接長１９Ａが得られる。

[0040] 本実施例では、レーザ走査軌道１５Ａ、レーザ走査方向１６Ａ及び溶接対象物９Ａの回転方向６は実施例１と同様である。レーザ４をレーザ走査軌道に沿って回転させながら溶接を行うことで、溶接対象物９の回転方向の関係から、実施例１と同様に、溶融池１７に低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レーザ照射位置１４とができる。

[0041] 本実施例ではレーザ４を直径０．８ｍｍの円で連続的に回転させながら溶接を行った。低入熱側と高入熱側の入熱量の比は１．２倍であった。またシールドガス流量は５０Ｌ／ｍｉｎとした。溶融池１７Ａ内の入熱量の差は溶接部断面形状１８Ａに影響し、高入熱側レーザ照射位置１４Ａでは深い溶け込みが得られ、低入熱側レーザ照射位置１３Ａではやや浅い溶け込みが得られており、非対称な溶接部断面形状となる。

[0042] 本実施例においては、低入熱側レーザ照射位置１３Ａにおける溶け込み深

さＤ１３Ａを接合面２０Ａよりも深くする。これにより、溶接部断面形状１８Ａの全幅Ｗ１８Ａに亘って有効溶接長１９Ａが得られる。従って、有効溶接長１９Ａの幅が広く、接合強度に優れた溶接継ぎ手を得ることができる。

[0043] 図６Ａは、本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図６Ｂは、本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図６Ｂの溶接部断面は回転方向（移動方向）６に垂直な断面である。

[0044] 図６Ａにおいて、２１Ａ’はレーザ照射位置を示している。この比較例では、レーザ４を回転させていないため、レーザ４の回転半径ｒは０の場合である。

[0045] レーザの回転がない場合には、溶融池１７Ａ’の幅は、回転がある場合に比べて狭く、溶接部断面形状１８Ａ’も狭く、深くなっている。本実施例の場合、有効溶接長（点線部分）１９Ａ’は回転がある場合よりも短い。有効溶接長１９Ａ’が十分でない場合には、溶接速度を遅くするなどの対策が必要となり、非効率な溶接プロセスになりうる。従って、本実施例のように、効率的に有効溶接長１９Ａを確保できる溶接プロセスは非常に有用であると考えられる。

[0046] 本実施例は重ね溶接に適用した例であるが、溶接部継ぎ手構造はこれに限らない。また本実施例は、レーザ回転走査による軌跡３０に対して左右の相対速度の違いを利用した例である。その他に、実施例１で記載したように、レーザ出力を変化させることで、左右の入熱量の差を増大或いは減少させることができる。このような溶接プロセスは実施例１で説明したのと同様に実施することができる。また本実施例で、使用されたレーザの種類、溶接対象物の素材、シールドガス種類及びレーザ溶接条件も上述したものに限らず、その他のものを使用することができる。

実施例 3

[0047] 図７～図９Ｂを参照して、本発明に係る実施例３を説明する。各図において、実施例１及び実施例２と同じ構成要素には実施例１及び実施例２と同じ

符号を付している。実施例１及び実施例２と同じ構成要素については、説明を省略する。

[0048] 図７は、実施例３におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[0049] 本実施例では、溶接対象物９Ｂが実施例１及び実施例２と異なる。溶接対象物９Ｂが実施例１及び実施例２と異なることにより、ロータリースピンドル１０Ｂの配置が実施例１及び実施例２と異なる。実施例１及び実施例２では、ロータリースピンドル１０Ｂの回転軸が水平方向に設けられていたのに対し、本実施例ではロータリースピンドル１０Ｂの回転軸は鉛直方向に設けられている。ただし、ロータリースピンドル１０Ｂの回転軸の方向はレーザ４の照射方向によって変わるので、レーザ４の照射方向を変えることにより、ロータリースピンドル１０Ｂの回転軸の方向を鉛直方向とは異なる方向に設けることも可能である。

[0050] 本実施例では、溶接対象物９Ｂは燃料ポンプ部品とし、素材は３０４ステンレス鋼とした。またレーザ４は波長が約１０３０ｎｍのディスクレーザとした。レーザ４の走査軌道は円とした。レーザ４は１０°傾斜させて施工を行った。シールドガス８は実施例１と同様に窒素ガスとした。

[0051] 本実施例では、溶接対象物９Ｂ（９Ｂａ，９Ｂｂ）は鉛直方向に配置された回転軸を有するロータリースピンドル１０Ｂに固定され、所定の速度で回転させた。レーザ４の照射位置は、実施例１で記載したように、制御装置２４によりガルバノスキャナ３を操作することにより、制御することができる。溶接継ぎ手構造はすみ肉となっている。

[0052] 図８Ａは、実施例３におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図８Ｂは、実施例３における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図８Ｂの溶接部断面は溶接線１２Ｂに垂直な断面である。

[0053] 図８Ａ及び図８Ｂにおいて、１２Ｂは溶接線、１３Ｂは低入熱側レーザ照射位置、１４Ｂは高入熱側レーザ照射位置、１５Ｂはレーザ走査軌道、１６Ｂはレーザ走査方向、１７Ｂは溶融池、１８Ｂは溶接部断面形状、１９Ｂは有効溶接長（点線部分）、２０Ｂは接合面を示している。

[0054] すみ肉溶接では、一方の溶接対象物９Ｂａの平面に他方の溶接対象物９Ｂｂをほぼ垂直に突き当て、ほぼ直交する二つの面を溶接する。この場合、レーザ４は溶接対象物９Ｂａの平面にほぼ垂直に突き当てられる溶接対象物９Ｂｂ側に照射される。本実施例においても、レーザ４をレーザ走査軌道に沿って回転させながら溶接を行う。具体的には、レーザ４を、長軸の長さ（長径）ｄ１、短軸の長さ（短径）ｄ２の楕円（ｄ１＞ｄ２）を描くように回転させた。このとき、溶接対象物９Ｂの回転方向（移動方向）６の関係から、溶融池１７Ｂに低入熱側レーザ照射位置１３Ｂと高入熱側レーザ照射位置１４Ｂとができる。

[0055] 本実施例では、溶接継ぎ手構造はすみ肉であるため、図８Ａにおいて、溶接線１２Ｂは接合面２０Ｂと一致している。また、図２Ａに示すように、軌跡３０は溶接線１２Ｂ及び接合面２０Ｂに平行である。なお、本実施例では、レーザ４の走査軌道が楕円である。この場合、軌跡３０は、楕円の長軸と短軸の交点ＯＢが通る軌跡とする。

[0056] 本実施例のすみ肉溶接では、接合面２０Ｂの部分に深い溶け込みが形成されるようにする。このために、高入熱側レーザ照射位置１４Ｂは、低入熱側レーザ照射位置１３Ｂに対して、溶接対象物９Ｂｂの溶接対象物９Ｂａと接合される端部側に位置するようにする。この配置は、レーザ走査方向１６Ｂと溶接対象物９Ｂの回転方向６とによって設定される。すなわち、レーザ４は、溶接対象物９Ｂｂの溶接対象物９Ｂａと接合される端部側で、レーザ走査方向１６Ｂが溶接対象物９Ｂの回転方向６と同じ方向となるように、楕円軌道１５Ｂを描いて溶接対象物９Ｂに照射される。また、レーザ走査軌道１５Ｂを楕円軌道とすることにより、接合面２０Ｂの近傍において、入熱量を増やすことができる。

[0057] 本実施例では、レーザ４を長径３ｍｍ、短径２ｍｍの楕円で連続的に回転させながら溶接を行った。具体的には、レーザ４を、溶接進行方向に長径を有し溶接進行方向に垂直な方向に短径を有する楕円軌道で走査する。シールドガス流量は５０Ｌ／ｍｉｎとした。溶融池１７Ｂ内の入熱量の差は溶接部

断面形状１８Ｂに影響する。高入熱側レーザ照射位置１４Ｂでは深い溶け込みが得られ、低入熱側レーザ照射位置１３Ｂではやや浅い溶け込みが得られる。接部断面形状１８Ｂは、非対称な溶接部断面形状となる。

[0058] 本実施例では、低入熱側１３Ｂと高入熱側１４Ｂとの入熱量の比は１．１倍であった。本実施例では高入熱側レーザ照射位置１４Ｂがすみ肉側になるようにレーザ照射位置を調整することで、すみ肉突合せ位置において、最大の溶け込み深さとなり、効果的に有効溶接長１９Ｂを確保できる。また溶接部断面形状１８Ｂから溶接部の幅が広く、レーザ照射位置が左右に変化しても、有効溶接長１９Ｂは変化しにくい。このため、本実施例の溶接プロセスはロバスト性に優れた溶接を実現できる。

[0059] レーザ４を楕円軌道で操作する場合、溶接進行方向に短径を有し溶接進行方向に垂直な方向に長径を有する楕円軌道で走査してもよい。また、レーザ４の走査軌道は円であってもよい。

[0060] 図９Ａは、本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図９Ｂは、本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図９Ｂの溶接部断面は溶接線１２Ｂに垂直な断面である。

[0061] 図９Ａにおいて、２１Ｂ’はレーザ照射位置を示している。この比較例では、レーザ４を回転させていないため、レーザ４の回転半径ｒは０の場合である。この場合、図９Ａに示すように、レーザ４が通る軌跡３０は溶接線１２Ｂ及び接合面２０Ｂと一致している。

[0062] レーザの回転がない場合には、溶融池１７Ｂ’の幅は、回転がある場合に比べて狭く、溶接部断面形状１８Ｂ’も狭く、深くなっている。本実施例の場合、斜めから溶接を実施しているため、有効溶接長（点線部分）１９Ｂ’は回転がある場合よりも短い。またレーザ照射位置２１Ｂ’が左右にずれた場合には、容易に有効溶接長１９Ｂ’が変化する。従って、図９Ａ及び図９Ｂのような溶接プロセスは、生産上好ましくない。溶接溶け込み不足は製品の致命的な欠陥となる恐れがある。従って、本実施例のように、効率的に有

効溶接長１９Ｂを確保でき、且つロバスト性に優れた溶接プロセスは非常に有用であると考えられる。

[0063] 本実施例は本発明をすみ肉溶接に適用した例であるが、溶接部継ぎ手構造はこれに限らない。また本実施例は、レーザ回転走査による溶接線１２Ｂに対して左右の相対速度の違いを利用した例である。その他に、実施例１で記載したように、レーザ出力を変化させることで、左右の入熱量の差を増大或いは減少させることができる。また本実施例で、使用されたレーザの種類、溶接対象物の素材、シールドガス種類及びレーザ溶接条件も上述したものに限らず、その他のものを使用することができる。

実施例 4

[0064] 図１０～図１２Ｂを参照して、本発明に係る実施例４を説明する。各図において、実施例１～実施例３と同じ構成要素には実施例１～実施例３と同じ符号を付している。実施例１～実施例３と同じ構成要素については、説明を省略する。

[0065] 図１０は、実施例４におけるレーザ溶接装置の模式図である。

[0066] 本実施例では、溶接対象物９Ｃ（９Ｃａ，９Ｃｂ）が実施例１～実施例３と異なる。また本実施例では、ロータリースピンドル１０，１０Ｂの代わりに、固定冶具２２を用いている。なお、２３は加工ステージ１１の移動方向を示している。

[0067] 本実施例では、溶接対象物９Ｃは自動車部品とし、素材は炭素鋼とした。またレーザ４は波長が約１０７０ｎｍのファイバレーザとした。レーザ４の走査軌道は円とした。レーザ４は１５°傾斜させて施工を行った。シールドガス８はアルゴンガスとした。

[0068] 溶接対象物９は固定冶具２２に固定され、加工ステージ１１を所定の速度で移動させながら溶接を実施した。レーザ４の照射位置は、実施例１で記載したように、制御装置２４によりガルバノスキャナ３を操作することにより、制御することができる。溶接継ぎ手構造は嵌め合いの突合せとなっている。

[0069] 図１１Ａは、実施例４におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図１１Ｂは、実施例４における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図１１Ｂの溶接部断面は溶接線１２Ｃに垂直な断面である。

[0070] 図１１Ａ及び図１１Ｂにおいて、１２Ｃは溶接線、１３Ｃは低入熱側レーザ照射位置、１４Ｃは高入熱側レーザ照射位置、１５Ｃはレーザ走査軌道、１６Ｃはレーザ走査方向、１７Ｃは溶融池、１８Ｃは溶接部断面形状、１９Ｃは有効溶接長（点線部分）、２０Ｃは接合面、２０Ｃａはレーザ照射面側に現れる接合面を示している。

[0071] 本実施例では、溶接継ぎ手構造は嵌め合いの突合せであるため、図１１Ａにおいて、溶接線１２Ｃは接合面２０Ｃａと一致している。軌跡３０は、実施例１と同様に、レーザ４の円形走査軌道の中心Ｏが通る軌跡である。

[0072] レーザ４をレーザ走査軌道１５Ｃに沿って回転させながら溶接を行う。このとき、溶接対象物９Ｃの進行方向の関係から、溶融池１７Ｃに低入熱側レーザ照射位置１３Ｃと高入熱側レーザ照射位置１４Ｃとができる。

[0073] 本実施例ではレーザ４を直径１．６ｍｍの円で連続的に回転させながら溶接を行った。また高入熱側レーザ照射位置１４Ｃと軌跡３０との間に接合面２０Ｃａが位置するようにレーザ４の照射位置を調整した。すなわち、本実施例では、高入熱側１４Ｃを溶接対象物９Ｃｂ側に配置する。そして、軌跡３０は、溶接線１２Ｃに対して高入熱側１４Ｃの反対側を通るように、溶接対象物９Ｃａ側に配置する。本実施例では、低入熱側１３Ｃと高入熱側１４Ｃとの入熱量の比は１．１倍であった。

[0074] シールドガス流量は５０Ｌ／ｍｉｎとした。溶融池１７Ｃ内の入熱量の差は溶接部断面形状１８Ｃに影響する。高入熱側レーザ照射位置１４Ｃでは深い溶け込みが得られ、低入熱側レーザ照射位置１３Ｃではやや浅い溶け込みが得られる。溶接部断面形状１８Ｃは、非対称な溶接部断面形状となる。

[0075] 本実施例では高入熱側レーザ照射位置１４Ｃと軌跡３０との間に接合面２０Ｃａが位置するようにレーザ照射位置を調整することで、突合せ位置２０Ｃａにおいて、最大の溶け込み深さとなった。レーザ照射位置は軌跡３０の

位置で調整される。軌跡３０と突合せ位置２０Ｃａとの位置関係は、レーザ出力及びレーザ走査軌道１５Ｃの直径（または半径）により変わる。

[0076] またレーザ４を回転させることで、溶接幅が広がるため、効率的に有効溶接長１９Ｃを確保できる。また溶接部の幅が広いことから、レーザ照射位置が左右に変化しても、有効溶接長１９は変化しにくい。このため、本実施例の溶接プロセスはロバスト性に優れた溶接を実現できる。

[0077] 図１２Ａは、本発明との比較例におけるレーザの走査軌道および溶融池を示す模式図である。図１２Ｂは、本発明との比較例における溶接部断面形状を示す模式図である。なお、図１２Ｂの溶接部断面は溶接線１２Ｃに垂直な断面である。

[0078] 図１２Ａにおいて、２１Ｃ’はレーザ照射位置を示している。この比較例では、レーザ４を回転させていないため、レーザ４の回転半径ｒは０の場合である。この場合、図１２Ａに示すように、レーザ４が通る軌跡３０は溶接線１２Ｃ及び接合面２０Ｃａと一致している。

[0079] レーザ４の回転がない場合には、溶融池１７Ｃ’の幅は、回転がある場合に比べて狭く、溶接部断面形状１８Ｃ’も狭く、深くなっている。本実施例の場合、溶接部の幅が狭いため、有効溶接長（点線部分）１９Ｃ’は回転がある場合よりも短い。またレーザ照射位置２１Ｃ’が左右にずれた場合には、容易に有効溶接長１９Ｃ’が変化する。従って、図１２Ａ及び図１２Ｂのような溶接プロセスは、生産上好ましくない。溶接溶け込み不足は製品の致命的な欠陥となる恐れがある。従って、本実施例のように、効率的に有効溶接長１９Ｃを確保でき、且つロバスト性に優れた溶接プロセスは非常に有用であると考えられる。

[0080] 本実施例は本発明を嵌め合いの突合せ溶接に適用した例であるが、溶接部継ぎ手構造はこれに限らない。また本実施例は、レーザ回転走査による溶接線に対して左右の相対速度の違いを利用した例である。その他に、実施例１で記載したように、レーザ出力を変化させることで、左右の入熱量の差を増大或いは減少させることができる。また本実施例で、使用されたレーザの種

類、溶接対象物の素材、シールドガス種類及びレーザ溶接条件も上述したものに限らず、その他のものを使用することができる。

実施例 5

[0081] 実施例１の突合せ溶接部に対し溶接条件を変化させて、溶接部断面形状における非対称性の有無を検証した。図１３は、溶接条件と溶接部形状の関係調査結果を示す図である。

[0082] 図１３では、溶接条件と溶接部断面形状における非対称性の有無との関係を示している。試験番号１～２５では、レーザ回転径と入熱量の比（Q_{RS}/Q_{AS}）との各組合せについて、非対称性の有無を検証した。Q_{RS}は相対速度が小さいほうの入熱量、Q_{AS}は相対速度が大きいほうの入熱量を示している。非対称性が有る場合は非対称性の欄に「〇」を付し、本発明の実施例の対象とした。非対称性が無い場合は非対称性の欄に「×」を付し、本発明の対象外（比較例）とした。

[0083] 溶接進行方向の左右両側における入熱量を実質的に異ならせていることにより、溶接部断面形状に非対称性が生じる。そして、最も深い溶け込み位置が溶接ビード表面の中心と一致しなくなる。ここで、左右方向は、溶接進行方向（軌跡３０方向）に垂直で、且つ溶接対象物の表面に平行な方向である。

[0084] 図１４は、レーザの走査軌道と溶接対象物の回転方向との関係を示す模式図である。

[0085] この場合、溶接対象物の回転方向とレーザ回転走査方向との関係から、低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レーザ照射位置１４とが形成される。

[0086] 具体的には、円軌道上において、レーザ４の移動方向と溶接対象物の移動方向とが同じ向きになる側でレーザ４による入熱量が高くなる。また、レーザ４の移動方向と溶接対象物の移動方向とが逆向きになる側でレーザ４による入熱量が低くなる。入熱量の高低は、低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レーザ照射位置１４との相対的な関係である。また、高入熱側レーザ照射位置１４における入熱量は、低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レー

ザ照射位置１４との中間位置における入熱量よりも高い。一方、低入熱側レーザ照射位置１３における入熱量は、低入熱側レーザ照射位置１３と高入熱側レーザ照射位置１４との中間位置における入熱量よりも低い。

[0087] この入熱量の差に基づいて、溶け込み深さの偏りが形成されるが、レーザ回転走査の回転径にも影響を受ける。例えば、回転径が小さい場合には、熱伝導によって入熱量の差がほとんど失われるため、溶け込み深さの偏りは形成されなくなる。

[0088] そこで、回転径と入熱量の比（Q_{RS}/Q_{AS}）とで溶接部の対称/非対称性の分類を行った。その結果を図１５に示す。図１５は、対称溶接形状と非対称溶接形状とをレーザ回転走査の回転径と入熱量の比によって分類した図である。

[0089] 回転径が大きく、入熱量の比が大きくなるほど、非対称溶接部になりやすいことが分かる。本図から対称な溶接部になる場合の上限について近似曲線を求めると、（１）式となる。

$$y = -0.107 \ln(x) + 1.11 \quad (1)$$

従って、回転径２．５ｍｍ以下の範囲では、入熱量の比（Q_{RS}/Q_{AS}）に対して（２）式の関係が得られる。

$$Q_{RS}/Q_{AS} > -0.107 \ln(\text{回転径}) + 1.11 \quad (2)$$

（２）式の関係を満たすように溶接条件を選定することで、非対称な溶接部を得ることが可能である。

[0090] 本実施例ではレーザ走査軌道が円の場合を例にしたが、楕円の場合でも同様の考え方が適用できる。楕円の長径方向が溶接対象物の回転方向（溶接進行方向）と一致する場合には、（３）式の関係を満たすように溶接条件を選定する。

$$Q_{RS}/Q_{AS} > -0.107 \ln(\text{短径}) + 1.11 \quad (3)$$

また、楕円の短径方向が溶接対象物の回転方向と一致する場合には、（４）式の関係を満たすように溶接条件を選定する。

$$Q_{RS}/Q_{AS} > -0.107 \ln(\text{長径}) + 1.11 \quad (4)$$

本実施例では突合せ溶接部に対する結果を示したが、本関係は溶接部位に

よらず、適用可能である。なお、回転径、短径及び長径の単位は［ｍｍ］である。

実施例 6

[0091] 図１６を参照して、本発明を高圧燃料供給ポンプ１００に適用した例を説明する。図１６は、本発明に係る燃料ポンプの一実施例を示す断面図である。

[0092] 高圧燃料供給ポンプ１００は、燃料タンクからフィードポンプ（図示せず）によって汲み上げられた燃料を高圧にして燃料噴射弁に供給するポンプである。高圧燃料供給ポンプ１００は、車両に搭載される内燃機関（エンジン）に用いられる。以下、高圧燃料供給ポンプ１００をポンプ１００と呼んで説明する。

[0093] ポンプ本体１０１には、加圧室１０７が形成され、加圧室１０７の内部にプランジャ１０４の上端部（先端部）が挿入される。プランジャ１０４は、加圧室１０７内で往復運動し、燃料を加圧する。

[0094] ポンプ本体（ポンプハウジング）１０１はエンジンに固定するための取付けフランジ１０２を有する。取付けフランジ１０２はポンプ本体１０１にレーザ溶接により全周を溶接結合されている。取付けフランジ１０２とポンプ本体１０１との溶接個所３０１を第一溶接部という。

[0095] ポンプ本体１０１には、吸入弁機構１１４と吐出弁機構１１５とが設けられる。吸入弁機構１１４のボディ１１４ｃは、ポンプ本体１０１にレーザ溶接により固定される。この溶接個所３０２を第二溶接部という。第二溶接部３０２では、吸入弁機構１１４のボディ１１４ｃの外周が全周に亘って溶接されている。吐出弁機構１１５の下流側には吐出ジョイント１１６が設けられる。吐出ジョイント１１６はポンプ本体１０１にレーザ溶接により固定される。この溶接個所３０３を第三溶接部という。第三溶接部３０３では、吐出ジョイント１１６の外周が全周に亘って溶接されている。

[0096] ポンプ本体１０１の上部には、ダンパカバー１１１が取り付けられる。ダンパカバー１１１はポンプ本体１０１にレーザ溶接により固定されている。

この溶接個所３０４を第四溶接部という。第四溶接部３０４は全周に亘って溶接されている。

[0097] ダンパカバー１１１には、吸入ジョイント１１２がレーザ溶接により固定されている。この溶接個所３０５を第五溶接部という。第五溶接部３０５は、吸入ジョイント１１２の外周が全周に亘って溶接されている。

[0098] 第一溶接部３０１、第二溶接部３０２及び第三溶接部３０３の溶接継ぎ手は突合せ溶接構造であり、第一溶接部３０１、第二溶接部３０２及び第三溶接部３０３は実施例１の溶接プロセスで溶接される。第一溶接部３０１では、レーザ４を溶接対象物表面に垂直に照射する。第二溶接部３０２及び第三溶接部３０３では、溶接対象物表面に垂直な方向からθ°傾斜させて、レーザ４を照射する。

[0099] 第四溶接部３０４及び第五溶接部３０５の溶接継ぎ手は重ね溶接構造であり、第四溶接部３０４及び第五溶接部３０５は実施例２の溶接プロセスで溶接される。第四溶接部３０４及び第五溶接部３０５では、レーザ４を溶接対象物表面に垂直に照射する。

[0100] ポンプ１００では燃料漏れは許されない。ポンプ本体１０１、吸入弁機構１１４のボディ１１４ｃ、吐出ジョイント１１６、ダンパカバー１１１及び吸入ジョイント１１２は、燃料が流れる燃料通路を構成する部品である。そして第二溶接部３０２～第五溶接部３０５は燃料のシールを兼ねる。このため、燃料流路が形成される部品の溶接には、有効溶接長を十分に確保することが望ましい。また、ポンプ１００は厳しい環境下で使用されることが想定される。ロバスト性に優れた溶接プロセスを用いることにより、ポンプ１００の信頼性を高めることができる。

実施例 7

[0101] 図１７を参照して、本発明を燃料噴射弁２００に適用した例を説明する。図１７は、本発明に係る燃料噴射弁の一実施例を示す断面図である。

[0102] 燃料噴射弁２００には、上端部から下端部まで延設された金属材製の筒状体２０１が設けられている。筒状体２０１の先端部には、弁座部材２０４が

設けられている。弁座部材２０４には、円錐面が形成されており、この円錐面上に弁座２０４ｂが構成される。

[0103] 弁座部材２０４は、筒状体２０１の先端側内側に挿入され、レーザ溶接により筒状体２０１に固定されている。この溶接個所３０６を第六溶接部という。第六溶接部３０６は、筒状体２０１の外周側から全周に亘って実施されている。

[0104] 弁座部材２０４の下端面（先端面）には、ノズルプレート２０６が取り付けられている。ノズルプレート２０６には、複数の燃料噴射孔２０７が設けられている。ノズルプレート２０６は、弁座部材２０４に対してレーザ溶接により、固定されている。この溶接個所３０７を第七溶接部という。第七溶接部３０７は、燃料噴射孔２０７が形成された噴射孔形成領域を取り囲むようにして、この噴射孔形成領域の周囲を一周している。

[0105] 筒状体２０１には可動子２０８が収容されている。可動子２０８の先端には弁体２０５が固定されている。弁体２０５は、球状を成すボール弁で構成される。弁体２０５は、可動子２０８にレーザ溶接により固定されている。この溶接個所３０８を第八溶接部という。第八溶接部３０８では、可動子２０８の先端部外周の全周に亘って溶接されている。

[0106] 弁体２０５と弁座２０４ｂとは協働して、燃料通路の開閉を行う。弁体２０５が弁座２０４ｂに当接することにより、燃料通路は閉じられる。また、弁体２０５が弁座２０４ｂから離間することにより、燃料通路は開かれる。弁体２０５と弁座２０４ｂとの間の燃料通路を通過した燃料は燃料噴射孔２０７から噴射される。

[0107] 第六溶接部３０６及び第七溶接部３０７の溶接継ぎ手は重ね溶接構造であり、第六溶接部３０６及び第七溶接部３０７は実施例２の溶接プロセスで溶接される。第六溶接部３０６及び第七溶接部３０７では、レーザ４を溶接対象物表面に垂直に照射する。第七溶接部３０７では、レーザ４を溶接対象物表面に垂直な方向から傾斜させて照射してもよい。

[0108] 第八溶接部３０８の溶接継ぎ手は突合せ溶接構造又はすみ肉溶接構造であ

り、第八溶接部３０８は実施例１又は実施例３の溶接プロセスで溶接される。第八溶接部３０８では、レーザ４を溶接対象物表面に垂直に照射する。或いは、レーザ４を溶接対象物表面に垂直な方向から傾斜させて溶接対象物に照射してもよい。

[0109] 燃料噴射弁２００では燃料漏れは許されない。筒状体２０１、弁座部材２０４及びノズルプレート２０６は、燃料が流れる燃料通路を構成する部材である。そして第六溶接部３０６及び第七溶接部３０７は燃料のシールを兼ねる。このため、有効溶接長を十分に確保することが望ましい。また、燃料噴射弁２００は厳しい環境下で使用されることが想定される。ロバスト性に優れた溶接プロセスを用いることにより、燃料噴射弁２００の信頼性を高めることができる。

[0110] また、弁体２０５は弁座２０４ｂに長期間にわたって繰り返し衝突する。このため、第八溶接部３０８における弁体２０５と可動子２０８との溶接は、長期間にわたって溶接部が安定した状態を維持することができる信頼性が必要とされる。本発明に係る溶接プロセスを適用することにより、溶接部の信頼性が確保される。

[0111] 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。

[0112] 上述した各実施例において、レーザ４の走査軌道として、円軌道と楕円軌道とのいずれを用いてもよい。

符号の説明

[0113] １…レーザ発振器、２…レーザ用の光ファイバ、３…ガルバノスキャナ、４…レーザ、５…レーザの回転方向、６，６Ｂ…溶接対象物の回転方向、７

…シールドガスノズル、８…シールドガス、９，９ａ，９ｂ，９Ａａ，９Ａｂ，９Ｂａ，９Ｂｂ，９Ｃａ，９Ｃｂ…溶接対象物、１０，１０Ｂ…ロータリースピンドル、１１…加工ステージ、１２，１２Ｃ…溶接線、１３，１３Ａ，１３Ｂ，１３Ｃ…低入熱側レーザ照射位置、１４，１４Ａ，１４Ｂ，１４Ｃ…高入熱側レーザ照射位置、１５，１５Ａ，１５Ｂ，１５Ｃ…レーザ走査軌道、１６，１６Ａ，１６Ｂ，１６Ｃ…レーザ走査方向、１７，１７Ａ，１７Ｂ，１７Ｃ…溶融池、１８，１８Ａ，１８Ｂ，１８Ｃ…溶接部断面形状、１９，１９Ａ，１９Ｂ，１９Ｃ…有効溶接長、２０，２０Ａ，２０Ｂ，２０Ｃ，２０Ｃａ…接合面、２１…レーザ照射位置、２２…固定冶具、２３…加工ステージ移動方向、３０…軌跡、１００…高圧燃料供給ポンプ、１０１…ポンプ本体、１０２…取付けフランジ、１１１…ダンパカバー、１１２…吸入ジョイント、１１４…吸入弁機構、１１４ｃ…吸入弁機構１１４のボディ、１１６…吐出ジョイント、２００…燃料噴射弁、２０１…筒状体、２０４…弁座部材、２０６…ノズルプレート、３０１…第一溶接部、３０２…第二溶接部、３０３…第三溶接部、３０４…第四溶接部、３０５…第五溶接部、３０６…第六溶接部、３０７…第七溶接部、３０８…第八溶接部。

請求の範囲

[請求項1] 溶接対象物を移動させながら、レーザを周期的に揺動走査させて溶接対象物の表面に照射して溶接を行うレーザ溶接方法において、

レーザの出力と走査速度と走査軌道とのうち少なくともいずれか一つを制御して、溶接進行方向の左右両側における入熱量を実質的に異ならせて溶接を行うことを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項2] 請求項１に記載のレーザ溶接方法において、

最も深い溶け込み位置は、溶接ビード表面の中心から、溶接進行方向に対して左右いずれかの方向にずれていることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項3] 請求項１に記載のレーザ溶接方法において、

レーザを円軌道で走査し、前記円軌道上において前記レーザの移動方向と溶接対象物の移動方向とが同じ向きになる側で前記レーザによる入熱量を高くし、前記レーザの移動方向と溶接対象物の移動方向とが逆向きになる側で前記レーザによる入熱量を低くすることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項4] 請求項３に記載のレーザ溶接方法において、

溶接進行方向の左右両側における高入熱側と低入熱側の入熱量の比を、- 0.107 ln(円の直径) + 1.11よりも大きくすることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項5] 請求項１に記載のレーザ溶接方法において、

レーザを、溶接進行方向に長径を有し溶接進行方向に垂直な方向に短径を有する楕円軌道で走査することを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項6] 請求項５に記載のレーザ溶接方法において、

溶接進行方向の左右両側における高入熱側と低入熱側の入熱量の比を、- 0.107 ln(楕円の短径) + 1.11よりも大きくすることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項7] 請求項１に記載のレーザ溶接方法において、

レーザを、溶接進行方向に短径を有し溶接進行方向に垂直な方向に長径を有する楕円軌道で走査することを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項8] 請求項７に記載のレーザ溶接方法において、

溶接進行方向の左右両側における高入熱側と低入熱側の入熱量の比を、- 0.107 ln(楕円の長径) + 1.11よりも大きくすることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項9] 請求項３に記載のレーザ溶接方法において、

溶接継ぎ手を突合せ溶接構造又は嵌め合いの突合せ溶接構造とし、

円軌道の中心は、相互に溶接する二つの溶接対象物の接合面に対して一方の溶接対象物の表面上にあり、

高入熱側は、相互に溶接する前記二つの溶接対象物の接合面に対して一方の溶接対象物の表面上にあることを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項10] 請求項１に記載のレーザ溶接方法において、

溶接継ぎ手は、一方の溶接対象物の平面に他方の溶接対象物をほぼ垂直に突き当てて溶接を行うすみ肉溶接構造とし、

レーザを前記他方の溶接対象物の表面上で円軌道又は楕円軌道描くように照射するとともに、高入熱側が低入熱側に対して前記一方の溶接対象物側に位置するようにレーザを照射することを特徴とするレーザ溶接方法。

[請求項11] ポンプ本体と、前記ポンプ本体の内側に形成された加圧室と、前記加圧室内で往復運動するプランジャと、前記ポンプ本体に設けられ前記加圧室に燃料を供給する吸入弁機構と、前記ポンプ本体に設けられ前記加圧室で加圧された燃料を吐出する吐出弁機構とを備えた高圧燃料供給ポンプにおいて、

前記ポンプ本体と前記ポンプ本体に取り付けられ燃料通路を構成する部品との溶接部に対して、レーザの出力と走査速度と走査軌道とのうち少なくともいずれか一つを制御して、溶接進行方向の左右両側に

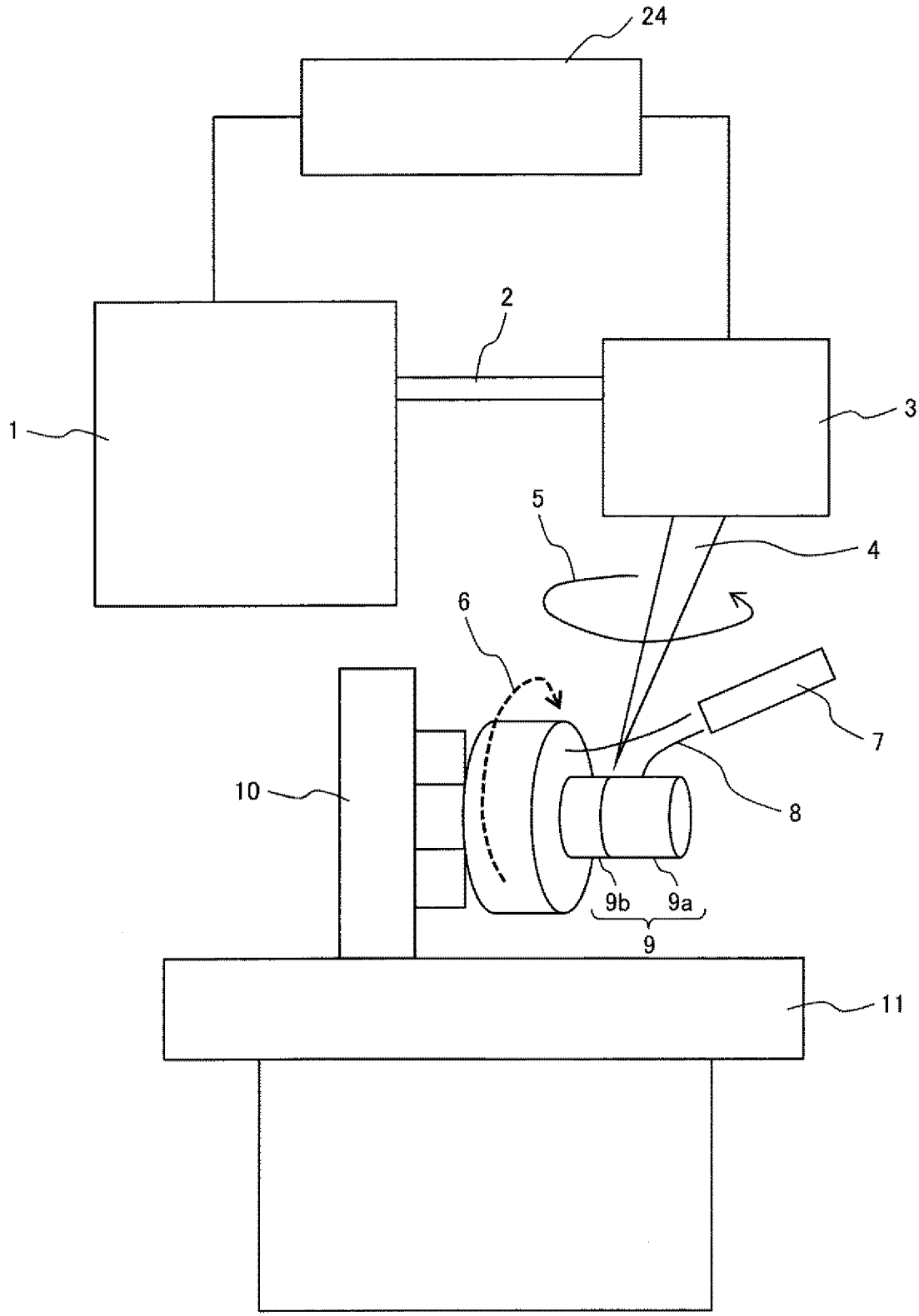
おける入熱量を実質的に異ならせて溶接を行うことにより、最も深い溶け込み位置が溶接ビード表面の中心から溶接進行方向に対して左右いずれかの方向にずれていることを特徴とする高圧燃料供給ポンプ。

[請求項12] 燃料通路の開閉を行う弁座及び弁体と、前記弁体を有する可動子とを備えた燃料噴射弁において、

前記弁体と前記可動子との固定部に対して、レーザの出力と走査速度と走査軌道とのうち少なくともいずれか一つを制御して、溶接進行方向の左右両側における入熱量を実質的に異ならせて溶接を行うことにより、最も深い溶け込み位置が溶接ビード表面の中心から溶接進行方向に対して左右いずれかの方向にずれていることを特徴とする燃料噴射弁。

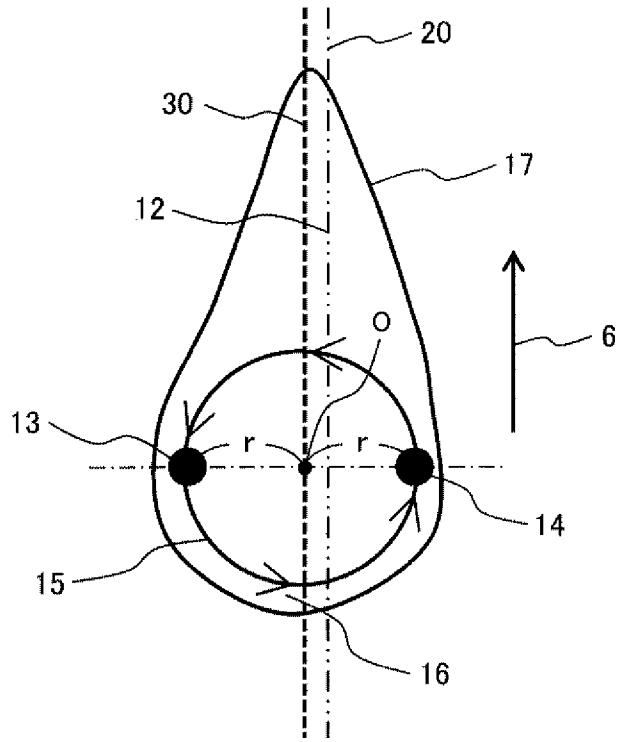
[図1]

図 1



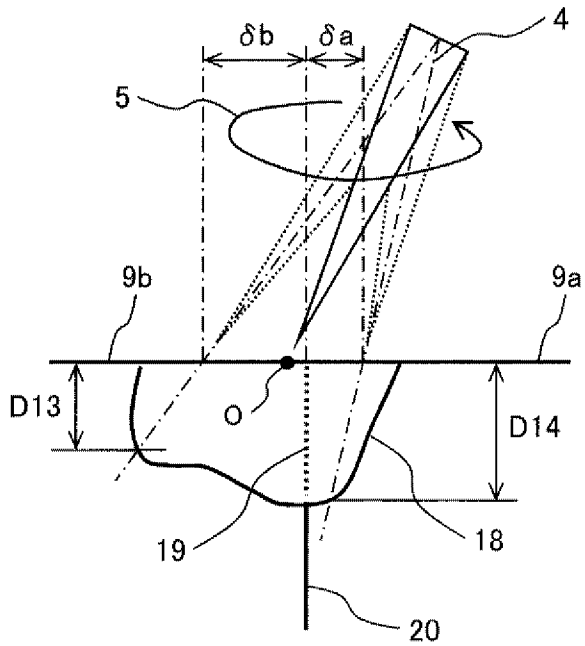
[図2A]

図 2A



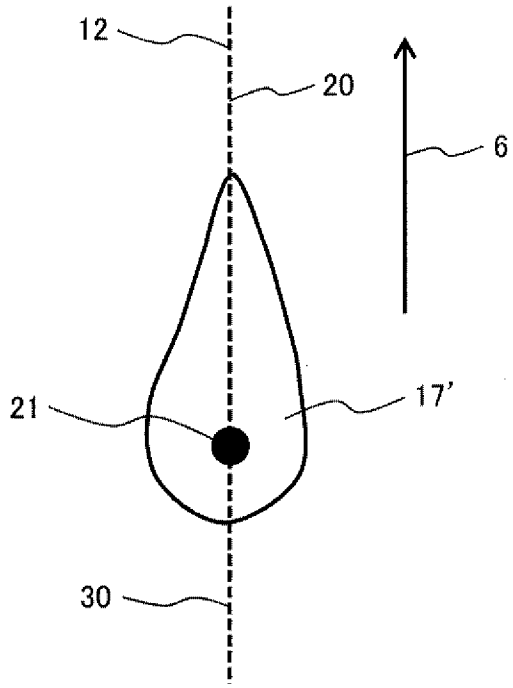
[図2B]

図 2B



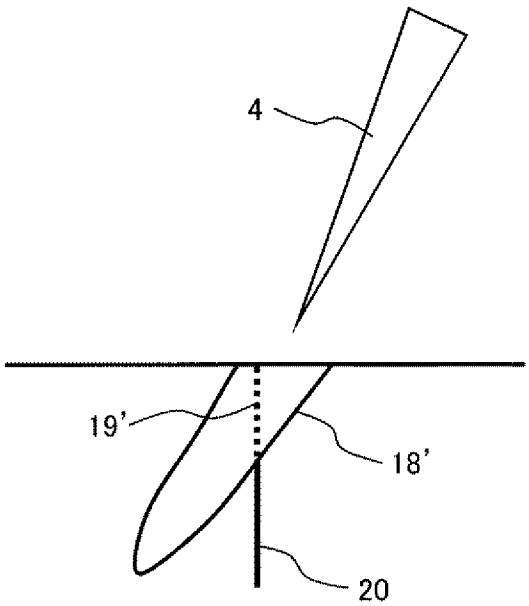
[図3A]

図 3A



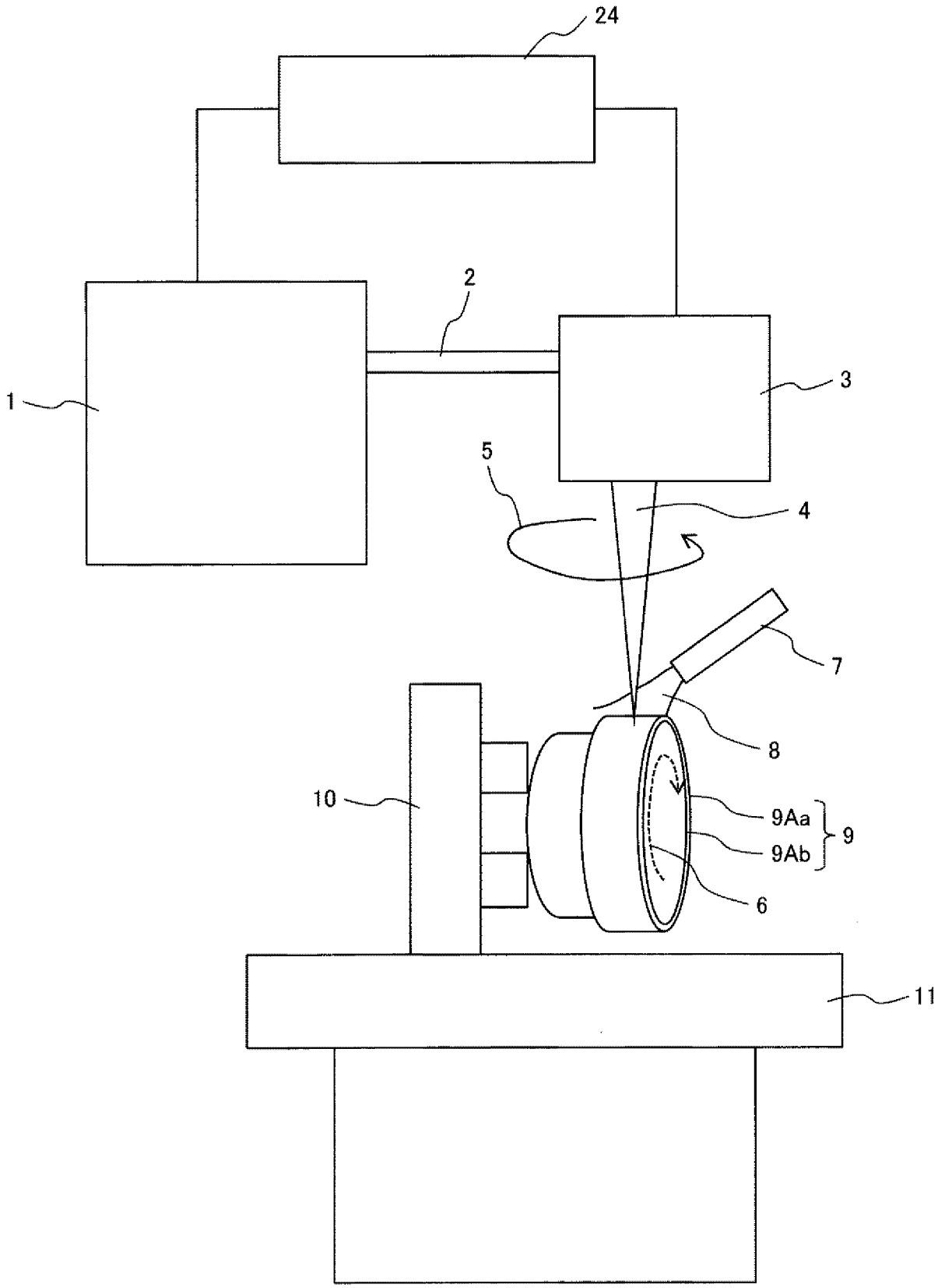
[図3B]

図 3B



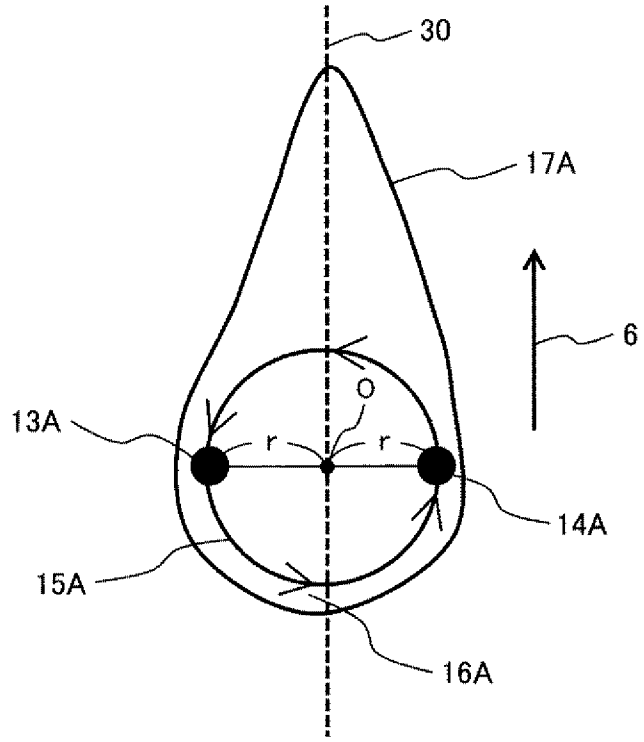
[図4]

図 4



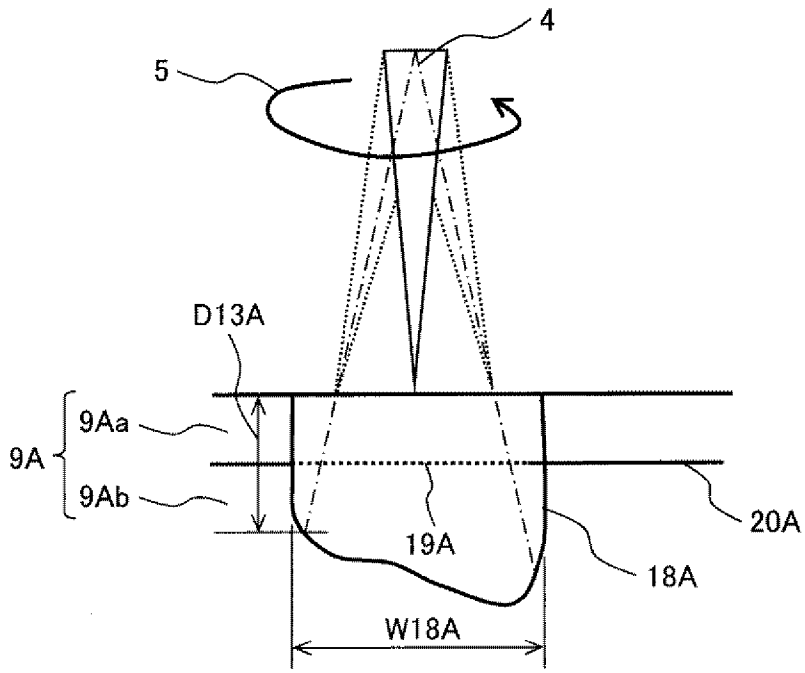
[図5A]

図 5A



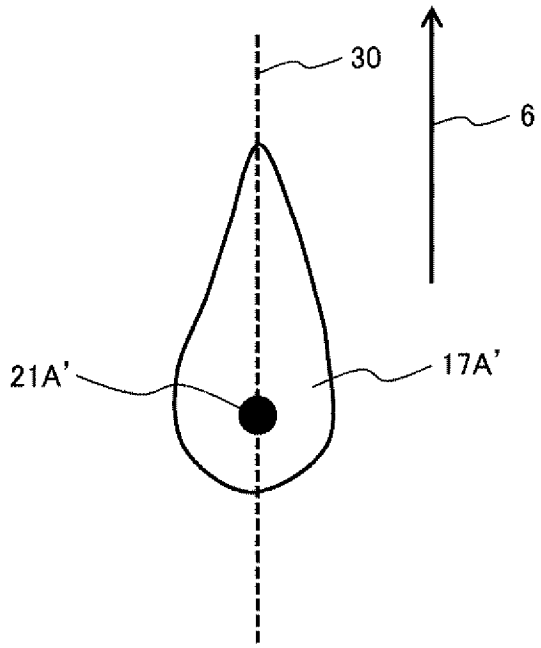
[図5B]

図 5B



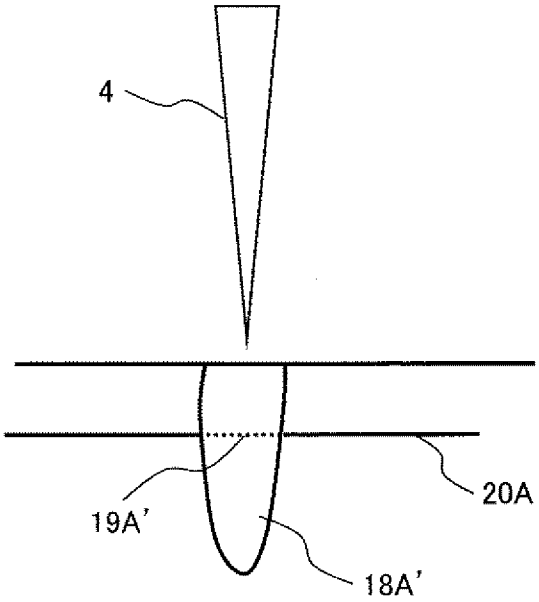
[図6A]

図 6A



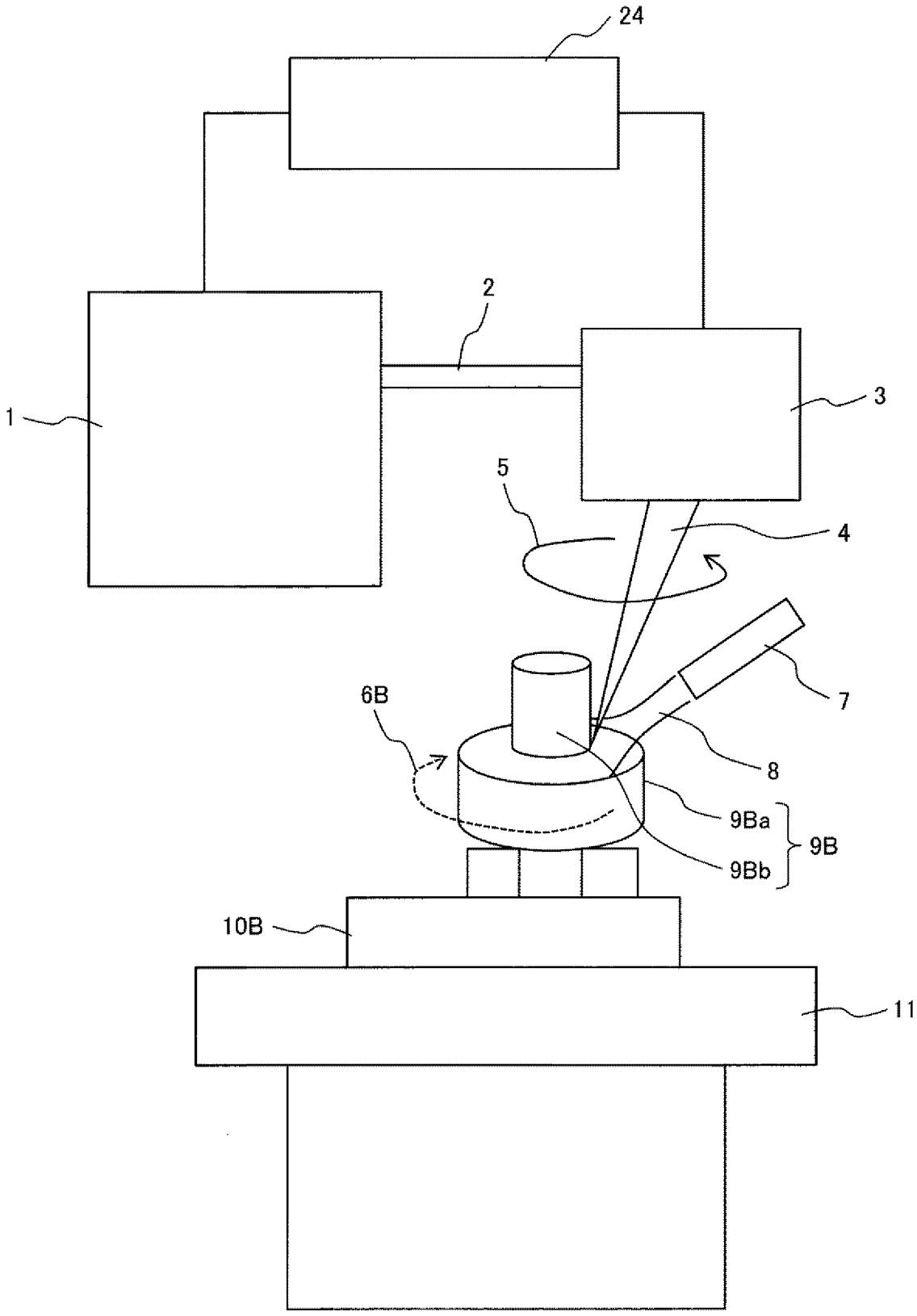
[図6B]

図 6B



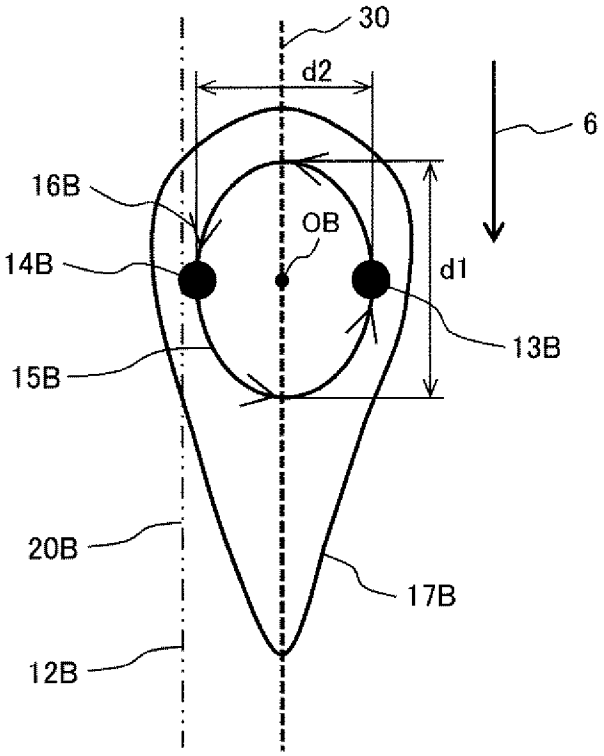
[図7]

図 7



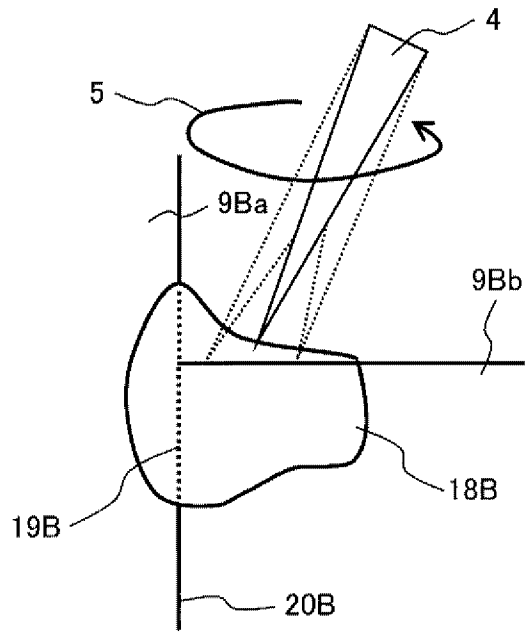
[図8A]

図 8A



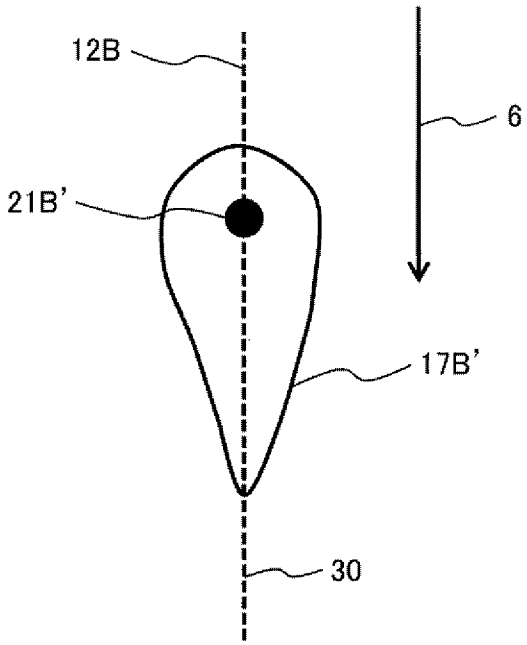
[図8B]

図 8B



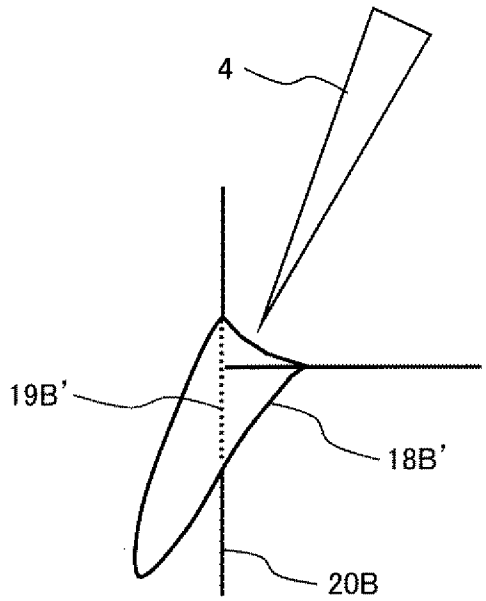
[図9A]

図 9A



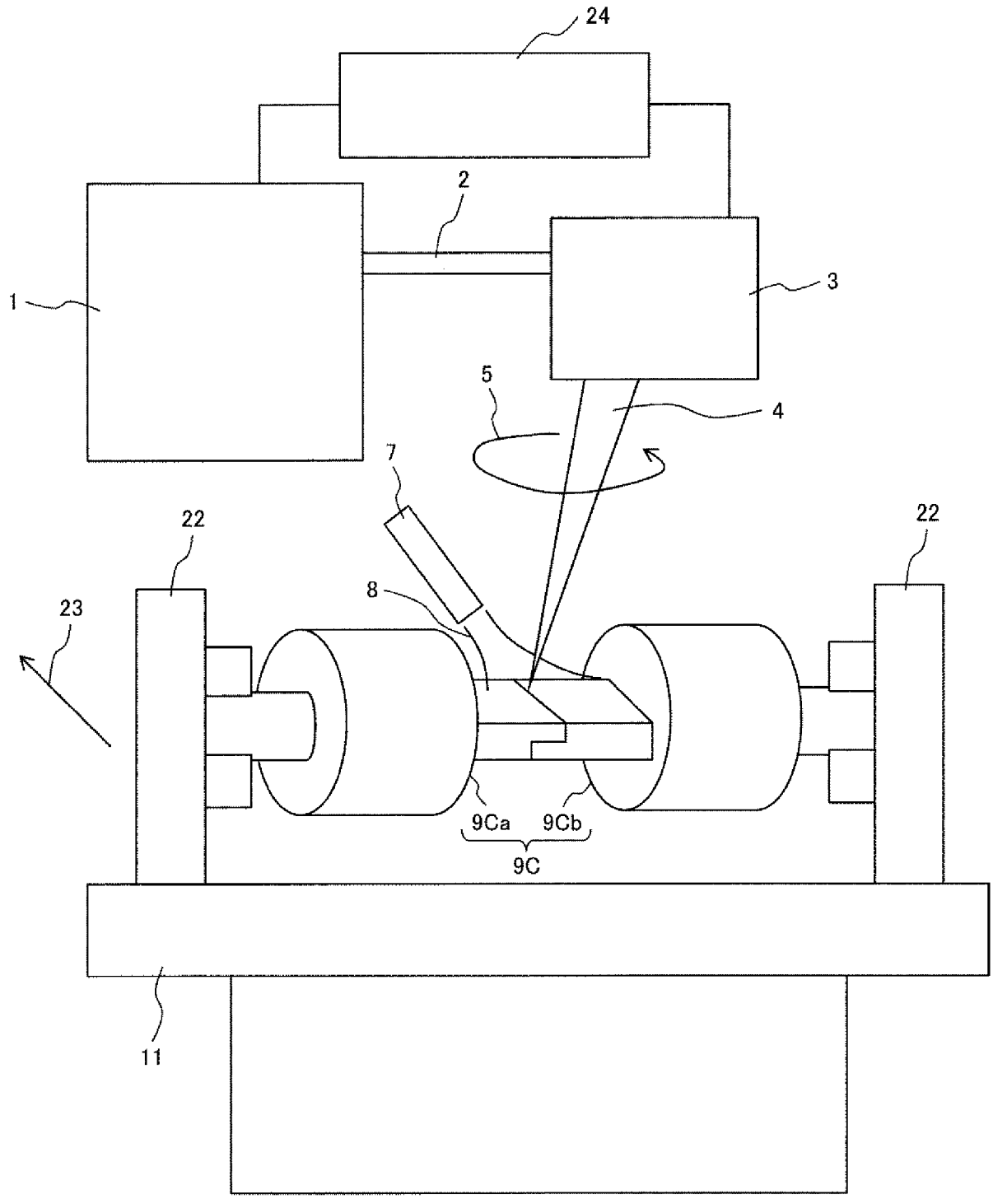
[図9B]

図 9B



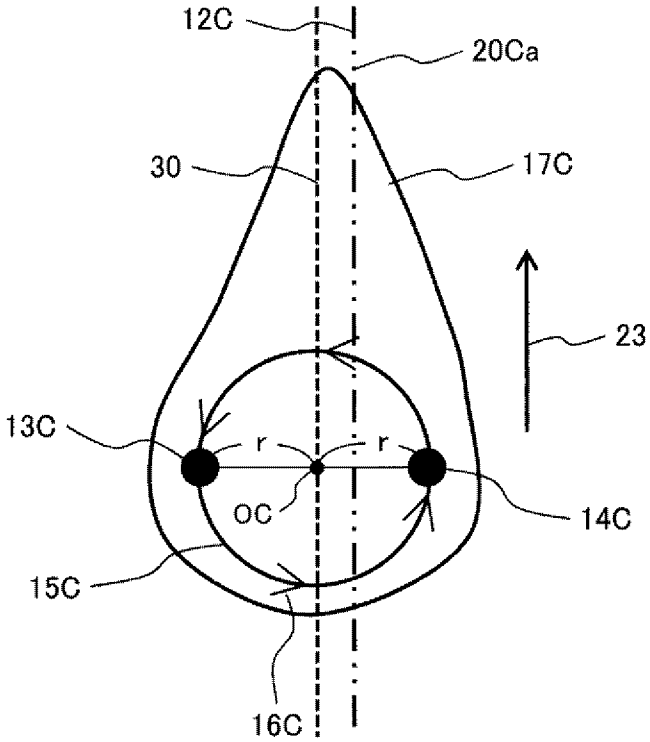
[図10]

図 10



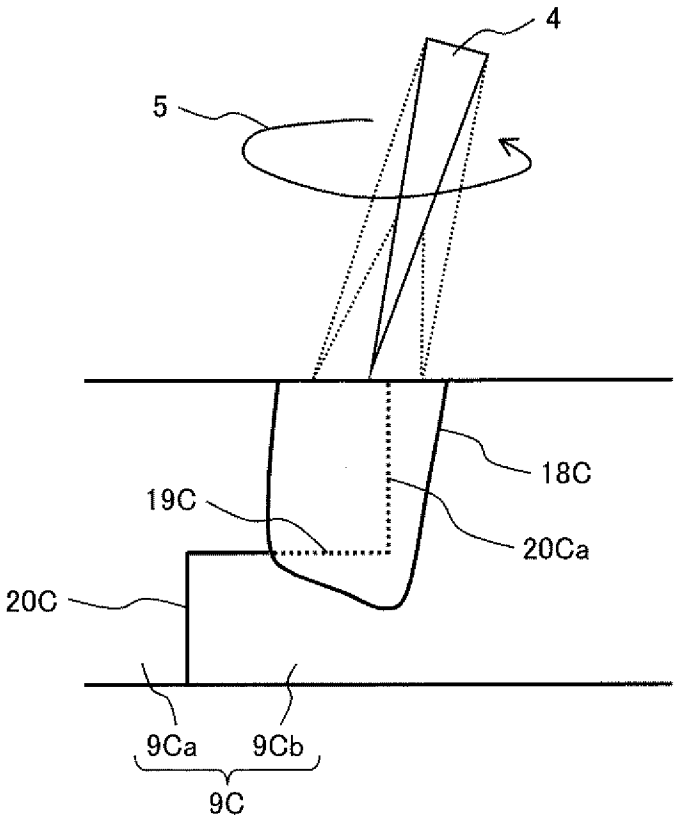
[図11A]

図 11A



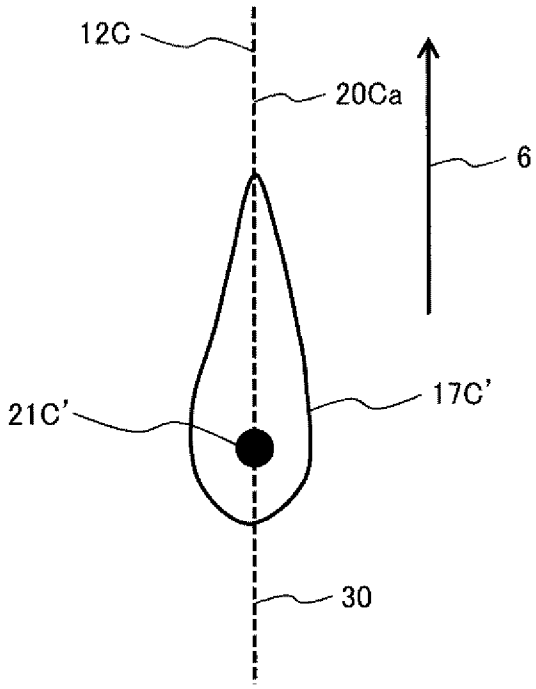
[図11B]

図 11B



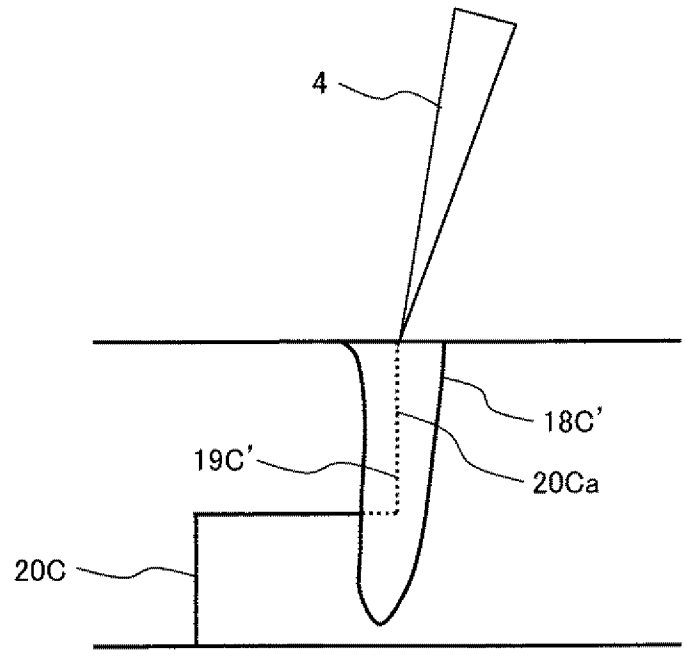
[図12A]

図 12A



[図12B]

図 12B



[図13]

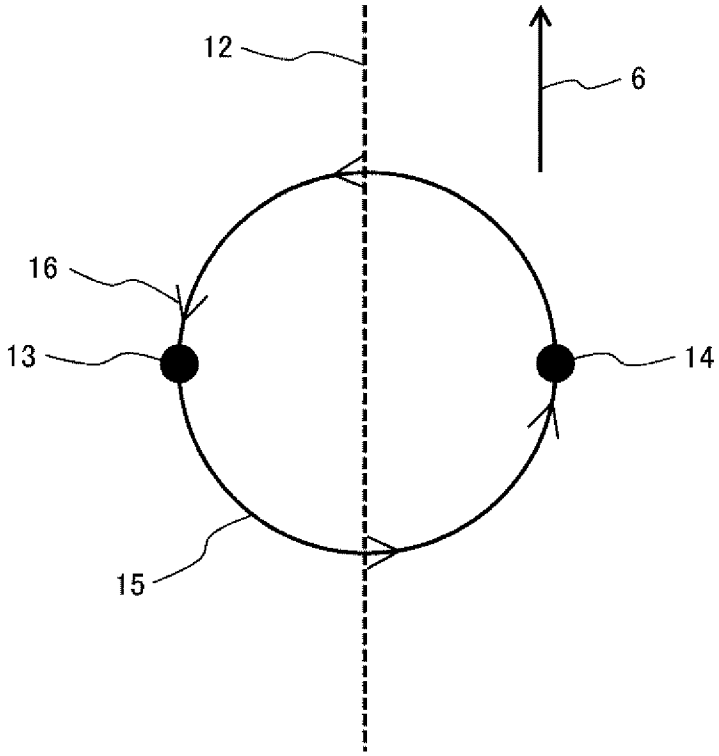
図 13

試験番号	レーザ回転径 (mm)	Q_{RS}/Q_{AS}	非対称性
1	0.8	1.22501512	○
2	2	1.04974974	○
3	1.2	1.17605069	○
4	0.3	1.06688759	×
5	2	1.10203765	○
6	1.2	1.17605069	○
7	0.3	1.13840394	×
8	2.2	1.07635686	○
9	1	1.21504674	○
10	2.2	1.11676422	○
11	0.8	1.22501512	○
12	2	1.10203765	○
13	2	1.12919491	○
14	1.8	1.0941236	○
15	1.8	1.11402153	○
16	1.6	1.16414447	○
17	0.6	1.08431444	×
18	0.6	1.15877551	×
19	1	1.10203765	×
20	1	1.04974974	×
21	0.3	1.20376312	×
22	1.6	1.04128695	×
23	2.5	1.00975581	×
24	2	1.00975581	×
25	2.5	1.0808056	×

Q_{RS}：低速側入熱量　Q_{AS}：高速度側入熱量　○：非対称　×：対称

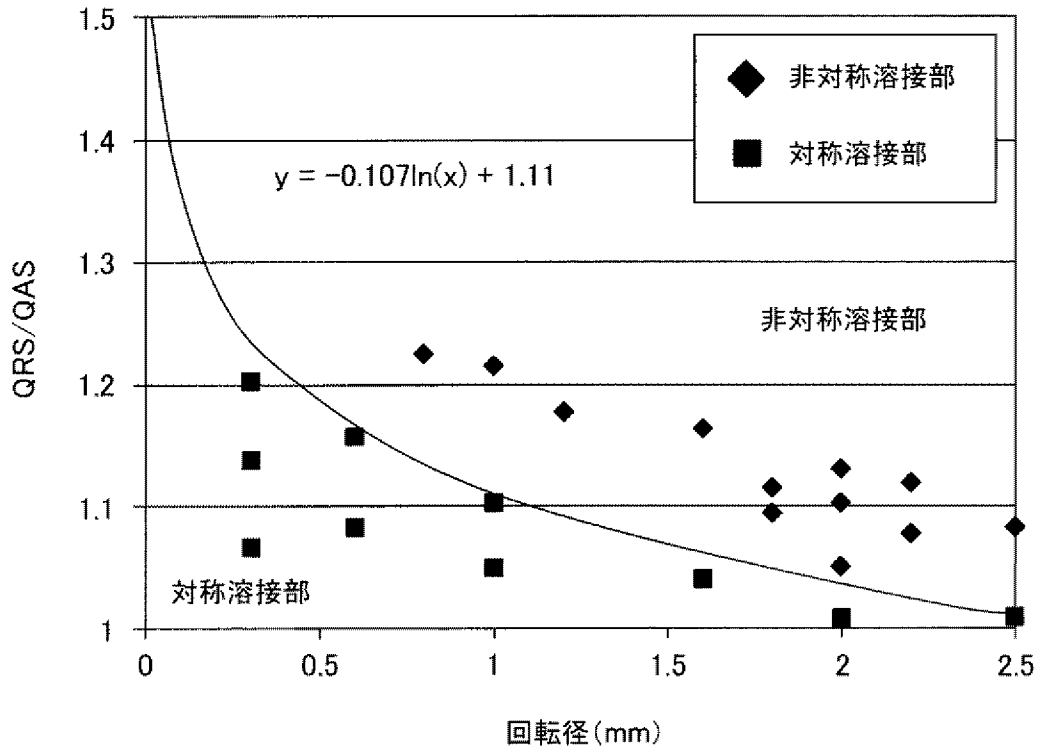
[図14]

図 14



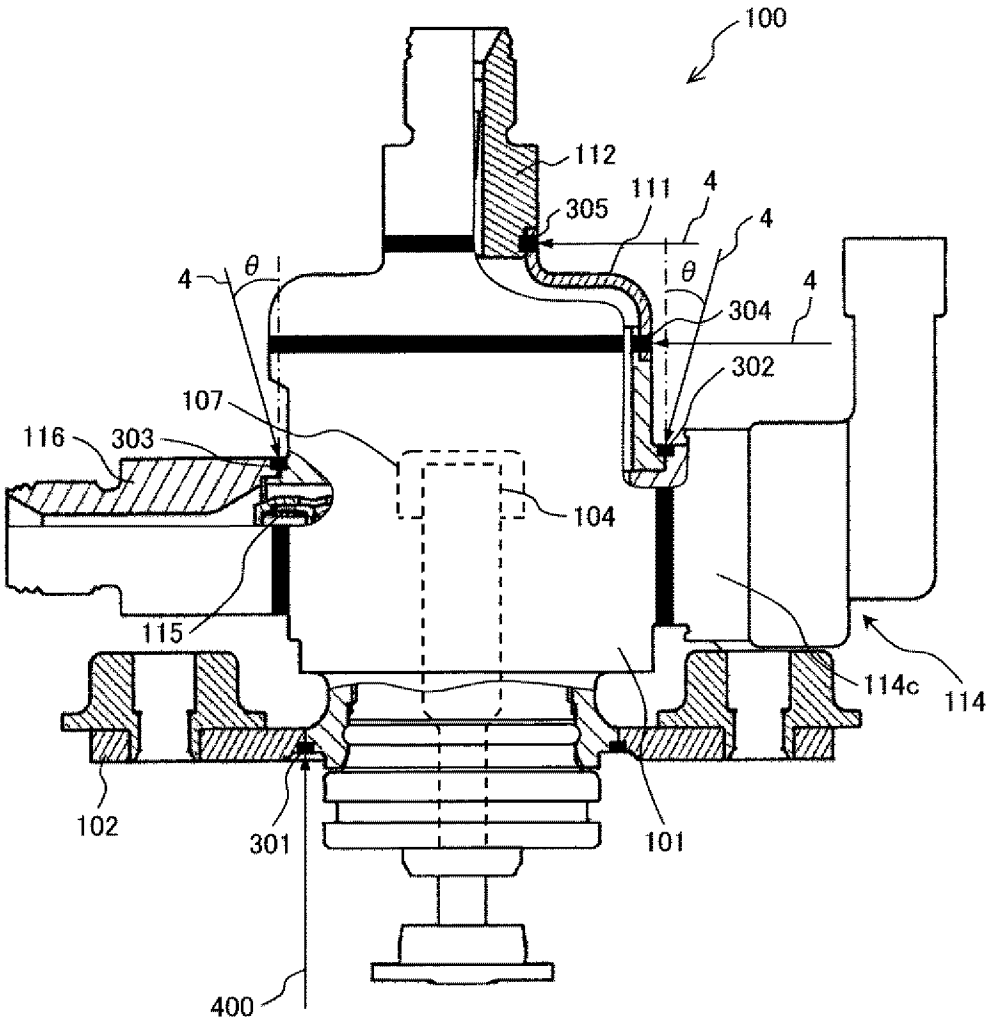
[図15]

図 15



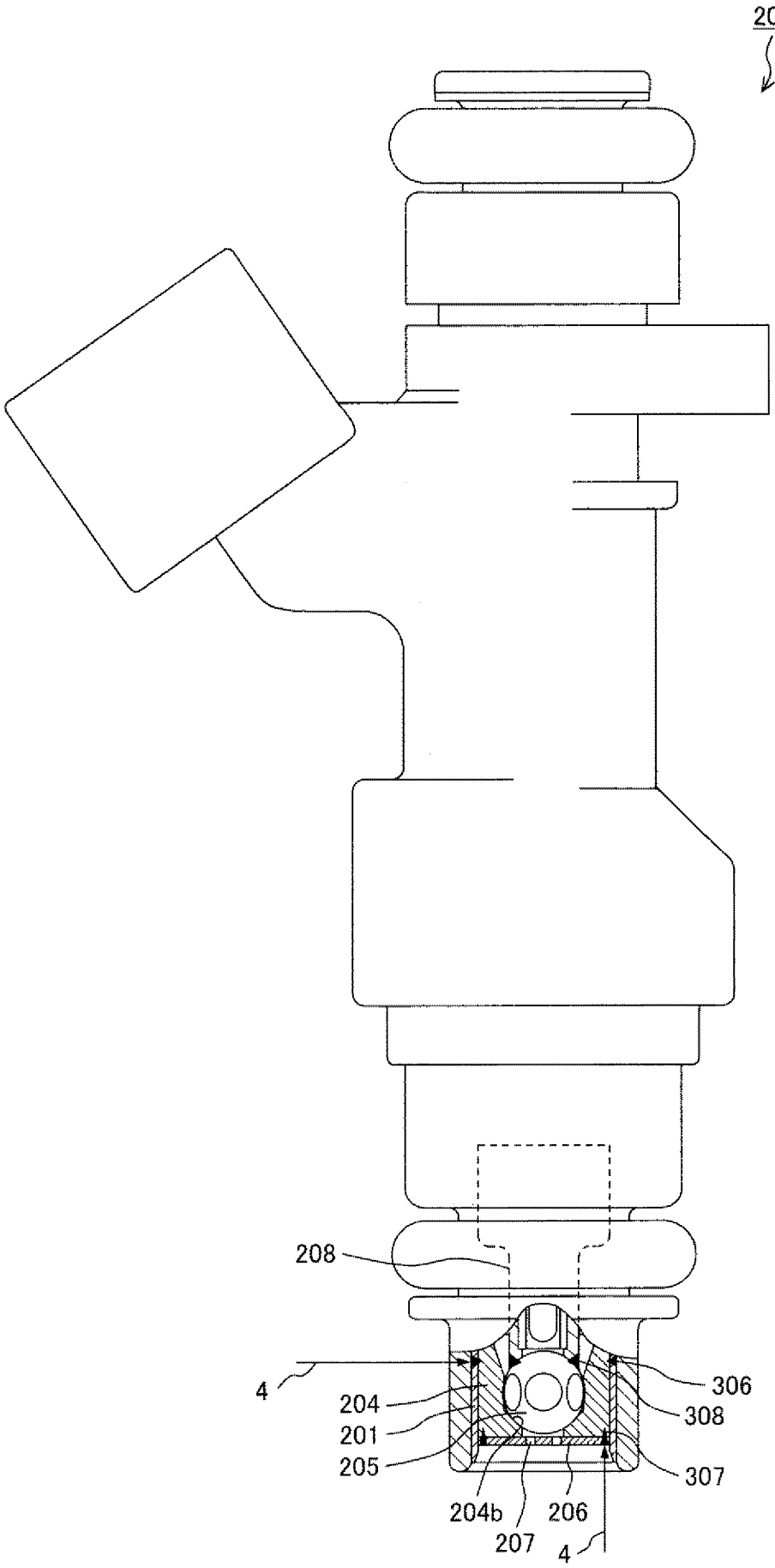
[図16]

図 16


100
112
111
4
305
4
4
θ
θ
4
304
4
302
107
116
303
104
115
114c
114
102
301
101
400

[図17]

図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/067372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K26/00(2014.01)i, *B23K26/082*(2014.01)i, *B23K26/21*(2014.01)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)
B23K26/00, B23K26/082, B23K26/21

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 A	JP 2014-161902 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 September 2014 (08.09.2014), paragraphs [0005], [0033] to [0035], [0042], [0085], [0089], [0114] to [0116]; fig. 1, 5, 10, 23 to 24 & US 2015/0352666 A1 paragraphs [0007], [0065] to [0066], [0074], [0117], [0121], [0146] to [0148]; fig. 1, 5, 10, 23 to 24 & WO 2014/132503 A & EP 2923791 A1 & KR 10-2015-0086374 A & CN 104870137 A	1,3,5,7 2,4,6,8-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 August 2016 (09.08.16)	23 August 2016 (23.08.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/067372

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2015-199110 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 12 November 2015 (12.11.2015), paragraphs [0027] to [0028], [0035], [0038]; fig. 1, 4, 8 to 9 (Family: none)	1,3,10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６７３７２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/00(2014.01)i, B23K26/082(2014.01)i, B23K26/21(2014.01)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.　B23K26/00, B23K26/082, B23K26/21

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 A	JP 2014-161902 A (三菱重工業株式会社) 2014.09.08, 段落[0005], [0033]-[0035], [0042], [0085], [0089], [0114]-[0116], 図1, 5, 10, 23-24 & US 2015/0352666 A1, 段落[0007], [0065]-[0066], [0074], [0117], [0121], [0146]-[0148], 図1, 5, 10, 23-24 & WO 2014/132503 A & EP 2923791 A1 & KR 10-2015-0086374 A & CN 104870137 A	1, 3, 5, 7 2, 4, 6, 8-12
P, A	JP 2015-199110 A (アイシン精機株式会社) 2015.11.12, [0027]-[0028], [0035], [0038], 図1, 4, 8-9 (ファミリーなし)	1, 3, 10

☐　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	国際調査報告の発送日
０９．０８．２０１６	２３．０８．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｐ　６１０１
本庄　亮太郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３