(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
2012 年 4 月 12 日(12.04.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/046509 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 61/30 (2006.01) *H01J 61/52* (2006.01)
H01J 61/12 (2006.01) *H01J 61/68* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/068601

(22) 国際出願日: 2011 年 8 月 17 日(17.08.2011)

(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 2010-224859 2010 年 10 月 4 日(04.10.2010) JP
特願 2010-224853 2010 年 10 月 4 日(04.10.2010) JP
特願 2010-224852 2010 年 10 月 4 日(04.10.2010) JP
特願 2010-224850 2010 年 10 月 4 日(04.10.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町１１２６番地の１ Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松浦 恵樹 (MATSUURA Shigeki) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町１１２６番地の１ 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ（明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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.

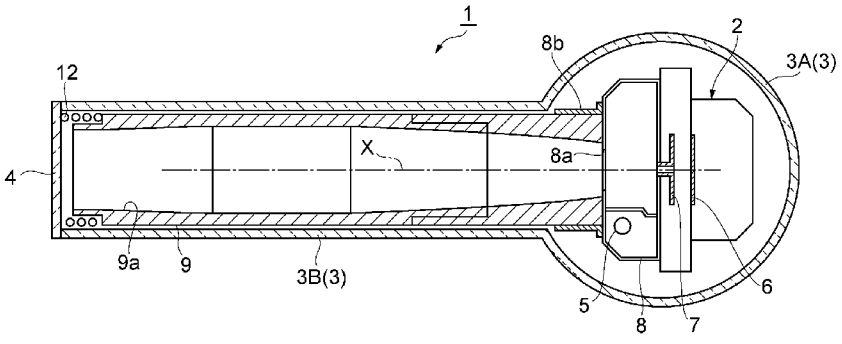
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHT SOURCE

(54) 発明の名称 : 光源

[図1]



(57) **Abstract**: This light source (1) is provided with a light emitting tube (3A) for containing a light emitting section (2) for emitting light; a light guide tube (3B) having one end connected to the light emitting tube (3A) and guiding the light, which is emitted from the light emitting section (2), to a light outlet window (4) provided at the other end; and a reflecting tube (9) inserted and affixed between the light outlet window (4) of the light guide tube (3B) and the portion at which the light emitting tube (3A) and the light outlet window (4) are connected, the reflecting tube (9) having an inner wall surface which is a reflecting surface (9a) for reflecting light.

(57) 要約: この光源（１）は、光を発生させる発光部（２）を収容する発光筒部（３Ａ）と、一端側が発光筒部（３Ａ）に接続されて、発光部（２）から発生した光を、他端側に設けられた出射窓部（４）に導く導光筒部（３Ｂ）と、導光筒部（３Ｂ）の出射窓部（４）と、発光筒部（３Ａ）と出射窓部（４）とを接続する部位との間に挿入固定され、内壁面が光を反射する反射面（９ａ）である筒状の反射筒部（９）とを備える。

WO 2012/046509 A1

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 ： 光源

技術分野

[0001] 本発明は、内部で発生させた光を出射する光源に関する。

背景技術

[0002] 従来から、光源から効率よく光を放射させるための構造が検討されている。例えば、下記特許文献１に記載の重水素ランプでは、放電容器内に陽極及び陰極を取り巻くように遮蔽囲みを有し、その遮蔽囲みの一部に光反射材を設けたような構造が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平７－６７３７号公報

特許文献2：特開２００８－３１１０６８号公報

特許文献3：特開２０１０－２７２６８号公報

特許文献4：実開平５－１７９１８号公報

特許文献5：特公平４－５７０６６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来の重水素ランプでは、陽極及び陰極を含む放電部と光取り出し窓との間における光の損失が発生しやすく、光の取り出し効率が十分ではない。

[0005] そこで、本発明は、かかる課題に鑑みて為されたものであり、光の出射窓からの取り出し効率を安定して向上させることが可能な光源を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の一側面に係る光源は、光を発生させる発光部を収容する第１の筐体と、一端側が第１の筐体に接続されて、発光部

から発生した光を、他端側に設けられた出射窓部に導く第２の筐体と、第２の筐体の出射窓部と、第１の筐体と第２の筐体とを接続する部位との間に挿入固定され、内壁面が光を反射する反射面に形成された筒状部材とを備える。

[0007] このような光源によれば、第１の筐体内の発光部から発せられた光が、第１の筐体に接続された第２の筐体内に挿入された筒状部材の内部に導かれることにより、第２の筐体に設けられた出射窓部から出射される。ここで、筒状部材の内壁面が反射面に形成されているので、発光部から出射された光が筒状部材の内部の反射面によって全反射されつつ第２の筐体の一端側から他端側に導かれる結果、発光部から発せられた光を損失することなく第２の筐体の出射窓部まで導くことができる。また、筒状部材の内壁自体が反射面であるため、反射面の剥離または脱落等による性能劣化や異物発生を抑制することができ、長寿命化を実現することができる。これにより、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、光の出射窓からの取り出し効率を安定して向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第１実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図2]図１の反射筒部の断面図である。

[図3]図１の光源における反射筒部の組み込み状態を示す側面図である。

[図4]本発明の第２実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図5]（ａ）は、図４の反射筒部の側面図、（ｂ）は、図４の反射筒部の正面図である。

[図6]本発明の第３実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図7]本発明の第４実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図8]本発明の第５実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図9]本発明の第６実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図10]本発明の変形例に係る光源の構成を示す断面図である。

[図11]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図12]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図13]本発明の変形例に係る光源の構成を示す側面図である。

[図14]本発明の第７実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[図15]（ａ）は、図１４の反射筒部の断面図、（ｂ）は、図１４の反射筒部の端面図である。

[図16]図１４の重水素ランプにおける反射筒部の組み込み状態を示す側面図である。

[図17]図１４の重水素ランプにおける発光中心からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[図18]本発明の第８実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[図19]（ａ）は、図１８の反射筒部の側面図、（ｂ）は、図１８の反射筒部の端面図である。

[図20]本発明の第９実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[図21]（ａ）は、図２０の反射筒部の側面図、（ｂ）は、図２０の反射筒部の端面図、（ｃ）は、図２０の反射筒部が収容ケースに固定された状態を示す斜視図である。

[図22]本発明の変形例に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[図23]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図24]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図25]本発明の変形例に係る重水素ランプの構成を示す側面図である。

[図26]本発明の変形例に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[図27]（ａ）は、図２６の反射筒部の断面図、（ｂ）は、図２６の反射筒部の端面図である。

[図28]図２６の重水素ランプにおける反射筒部の組み込み状態を示す側面図である。

[図29]本発明の比較例にかかる重水素ランプにおける発光中心からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[図30]本発明の第１０実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図31]（ａ）は、図３０の反射筒部の断面図、（ｂ）は、図３０の反射筒部の端面図である。

[図32]図３０の光源における反射筒部の陰極への固定状態を示す側面図である。

[図33]図３０の光源における反射筒部の陰極への固定状態を示す側面図である。

[図34]図３０の光源における発光中心からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[図35]本発明の第１１実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図36]（ａ）は、図３５の反射筒部の側面図、（ｂ）は、図３５の反射筒部の端面図である。

[図37]本発明の変形例にかかる反射筒部の陰極への固定状態を示す側面図である。

[図38]本発明の変形例にかかる反射筒部の陰極への固定状態を示す側面図である。

[図39]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図40]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図41]本発明の変形例に係る光源の構成を示す断面図である。

[図42]図４１の反射筒部の斜視図である。

[図43]本発明の比較例にかかる光源における発光中心からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[図44]本発明の第１２実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図45]（ａ）は、図４４の反射筒部の断面図、（ｂ）は、図４４の反射筒部の端面図である。

[図46]図４４の光源における反射筒部の組み込み状態を示す側面図である。

[図47]本発明の第１３実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図48]（ａ）は、図４７の反射筒部の側面図、（ｂ）は、図４７の反射筒部の端面図である。

[図49]本発明の第１４実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。

[図50]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の断面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図である。

[図51]本発明の変形例に係る光源の構成を示す断面図である。

[図52]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の一部を示す側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図53]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の一部を示す側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図54]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の一部を示す側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図55]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の一部を示す側面図、（ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

[図56]（ａ）は、本発明の変形例にかかる反射筒部の一部を示す側面図、（

ｂ）は、（ａ）の反射筒部の端面図、（ｃ）は、（ａ）の反射筒部の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しつつ本発明に係る光源の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、各図面は説明用のために作成されたものであり、説明の対象部位を特に強調するように描かれている。そのため、図面における各部材の寸法比率は、必ずしも実際のものとは一致しない。

[0011] ［第１実施形態］

図１は、本発明の第１実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源１は、質量分析装置の光イオン化源等の分析機器用光源や真空除電用光源として使用されるいわゆる重水素ランプである。

[0012] この光源１は、重水素ガスを放電させて光を発生させる発光部２が収容された略円筒状の発光筒部（第１の筐体）３Ａと、この発光筒部３Ａに連通すると共に発光筒部３Ａの側壁から発光部２の発生させる光の光軸Ｘに沿って突出する略円筒状の導光筒部（第２の筐体）３Ｂとが一体的に接続されたガラス製の密封容器３を備えている。この密封容器３には、重水素ガスが数百Ｐａ程度封入されている。より詳細には、導光筒部３Ｂは、光軸Ｘに沿った方向の一端側が発光筒部３Ａに一体化されて連通しており、他端側は発光部２から発生した光を外部に出射させる出射窓部４によって封止されている。この出射窓部４の材質は、例えば、MgF_2（フッ化マグネシウム）、ＬｉＦ（フッ化リチウム）、石英ガラス、サファイアガラス等である。

[0013] 発光筒部３Ａに収容されている発光部２は、陰極部５、陽極部６、陽極部６と陰極部５との間に配置された中心部にアパーチャーが形成された放電路制限部７、及びこれらを取り囲んで配置する収容ケース８によって構成されている。この収容ケース８の導光筒部３Ｂ側の面には、発光部２で発生した光を取り出すための矩形状の光通過口８ａが、導光筒部３Ｂの出射窓部４に対向するように形成されると共に、この光通過口８ａを取り囲むように導光

筒部３Ｂの側壁に沿って円形状に延びる壁部からなる固定リング（固定部材）８ｂが固定されている。このような発光部２は、陰極部５と陽極部６との間に電圧が印加されると、その間に存在する重水素ガスを電離、放電させて形成したプラズマ状態を放電路制限部７によって絞り込んで高密度のプラズマ状態にすることによって発生した光（紫外光）を、収容ケース８の光通過口８ａから光軸Ｘに沿った方向に向けて出射させる。

[0014] なお、上記の発光部２は、発光筒部３Ａの端面に設けられたステム部に立設されたステムピン（図示せず）によって、発光筒部３Ａ内に保持されている。すなわち、この光源１は、光軸Ｘが発光筒部３Ａの管軸に対して交差するサイドオン型の光源である。

[0015] このような密封容器３内の出射窓部４と、発光筒部３Ａと導光筒部３Ｂとを接続する部位との間には、略円筒状のアルミニウム製の反射筒部（金属部材）９が挿入固定されている。この反射筒部９は、図２に示すように、アルミニウム製の金属ブロック部材が複数組み合わされて、導光筒部３Ｂの内径よりも小さい外径を有する略円筒状の形状をなしている。

[0016] また、反射筒部９自体の内壁面は、反射筒部９の中心軸線に沿って曲面、又は段階的に傾斜角が変化する多段面である反射面９ａとして形成されている。すなわち、この反射面９ａは、出射窓部４の外側の所望の面または点に光を集光できるように、反射筒部９の中心軸方向の両端がテーパー状に形成されている。より具体的には、反射筒部９の長手方向の中心部から発光筒部３Ａ側の端部にかけて反射面９ａで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａが反射筒部９の中心軸、すなわち、光軸Ｘに対して傾斜して形成されている。また、反射筒部９の長手方向の中心部から出射窓部４側の端部にかけて反射面９ａで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａが反射筒部９の中心軸に対して傾斜して形成されている。なお、反射面９ａのテーパー状部は、反射筒部９の中心軸方向の両端ではなく、どちらか一方、例えば発光部２側（一端側）のみを前述したようなテーパー状に形成し、出射窓部４側（他端側）は反射面９ａを反射筒部９の中心軸に対

して平行に形成しても良い。この反射面９ａは、所望の面または点に光を集光したり発散したりできるように設定されている。このような反射面９ａは、発光部２によって発生した光を正反射可能な鏡面状態に加工されており、例えば、金属ブロック部材を切削加工し、その内壁に、バフ研磨、化学研磨、電解研磨、それらから派生した研磨方法による研磨、又は、それらを複合した研磨方法による研磨を施した後、洗浄処理や不純物ガス成分を除去するための真空処理等を施すことによって形成される。本実施形態においては、反射筒部９は２つの部材を組み合わせて形成されており、このように複数個の金属ブロック部材で反射面９ａが形成される場合には、金属ブロック部材ごとの長さと内径との比（アスペクト比）が小さくできるために、加工整形時に平坦度が出しやすくなる結果、反射面９ａの鏡面度が高くなる。

[0017] さらに、反射筒部９の外壁面９ｂの略全面には、高熱放射率の材料を含む熱放射膜１０が形成されている。このような熱放射膜１０の材料としては、酸化アルミニウム等の反射筒部９の材料よりも熱放射率の高いものが用いられる。ここで、熱放射膜１０は、反射筒部９の略全面に形成されているが、反射筒部９の外壁面９ｂの一端側の一部に形成されてもよい。また、熱放射膜１０は、例えば熱放射膜１０を構成する材料を反射筒部９の外壁面９ｂ上に蒸着や塗布等によって積層することで形成されるが、特に本実施形態のように反射筒部９がアルミニウムからなる場合には、反射筒部９の外壁面９ｂを酸化処理することで熱放射膜１０としての酸化アルミニウムの層を形成しても良い。

[0018] また、反射筒部９の外壁面９ｂの長手方向の他端側の周縁部には、その外壁面９ｂに沿って、段差状の突出部となるように円形状に切り欠かれた切り欠き部１１が形成されている。この切り欠き部１１は、反射筒部９を密封容器３内で位置決めするために設けられる。

[0019] このような反射筒部９は、切り欠き部１１が形成された縁部に対して反対側の縁部から、その縁部が発光部２の収容ケース８に当接するまで、導光筒部３Ｂの管軸（光軸Ｘ）に沿って挿入されると共に、切り欠き部１１にばね

部材１２が外壁面９ｂに沿って取り付けられた後に、導光筒部３Ｂが出射窓部４によって封止される（図１及び図３）。このとき、反射筒部９は、その外壁面９ｂが導光筒部３Ｂの内壁面１３と離間した状態で収容ケース８の固定リング８ｂの内側に嵌め込まれる（図３）。このばね部材１２は、金属部材、例えば耐熱性の高いステンレスやインコネル材からなる、反射筒部９の位置決め用の部材であり、切り欠き部１１と出射窓部４との間に配置されて、反射筒部９を、光軸Ｘに沿って出射窓部４側から発光部２側に付勢することにより、収容ケース８に押し当てる機能を有する。これにより、反射筒部９は、密封容器３内の出射窓部４と発光部２との間において導光筒部３Ｂと離間し、かつ発光部２に近接した状態で、光軸Ｘに沿った方向および光軸Ｘに直交する方向に位置決めされる。

[0020] 以上説明した光源１によれば、発光筒部３Ａ内の発光部２から発せられた光が、発光筒部３Ａに接続された導光筒部３Ｂに挿入された筒状の反射筒部９の内部に導かれることにより、導光筒部３Ｂに設けられた出射窓部４から出射される。ここで、反射筒部９の内壁面が反射面９ａに形成されているので、発光部２から出射された光が反射筒部９の内部の反射面９ａによって全反射されつつ導光筒部３Ｂの一端側から他端側に導かれる結果、発光部２から発せられた光を損失することなく導光筒部３Ｂの出射窓部４まで導くことができる。このとき、反射面９ａの傾斜角を適切に設定することで、出射窓部４の外部における出射光の分布を平行光、発散光、及び収束光にすることもでき、所定の照射面での光強度の均一性を高めることもできる。それに併せて、出射窓部４からの光の取り出し効率を向上させ、出射光の総光量及び照射面上での光量を増加させることができる。また、従来の重水素ランプでは出射窓からの光放射パターンが、その出射窓からの距離に応じて変化し、放射光の弱い抜けの部分が生じやすい傾向にあるが、光源１ではそのような光照射パターンの抜けの部分の発生を低減することができる。また、反射筒部９自体をアルミニウムブロック等の金属部材で構成することで、例えば反射筒部９の内部に金属等からなる反射膜を形成した場合と異なり、温度上昇

と低下を繰り返す際の、構成材料の膨張係数の違いから発生する反射面９ａの剥離または脱落等による性能劣化や異物発生を抑制することができ、長寿命化を実現することができる。また、鏡面度の高い反射面の加工が容易になるので、発生した光を効果的に集光することができ、加えて、発生する紫外光が透過することなく、また、紫外光によって劣化することもないので、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0021] さらに、反射筒部９の外壁面９ｂと、導光筒部３Ｂの内壁面１３とは離間しているので、反射筒部９と導光筒部３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９の位置ずれや反射筒部９または導光筒部３Ｂの破損を防止することができる。

[0022] また、反射筒部９の反射面９ａの両端は、テーパー状に形成されているので、反射面９ａでの光の反射角が大きくなり、反射回数を低減させることで、出射窓部４からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0023] また、反射筒部９は、金属部材からなる位置決め部材であるばね部材１２によって付勢されて収容ケース８の固定リング８ｂに嵌め込まれることによって密封容器３内で位置決めされているので、発生する紫外光によって劣化することなく、密封容器３に対する反射筒部９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を保つことができる。ここで、ばね部材１２により収容ケース８に押圧する構造を採用することで、密封容器３に対して反射筒部９を安定して固定することができると共に、反射筒部９の中心軸方向に沿った熱膨張が発生してもばね部材１２によって発光筒部３Ａに対する位置ずれを吸収することができる。

[0024] さらに、反射筒部９の外壁面９ｂの略全面に熱放射膜１０が形成されることにより、反射筒部９の内面に周辺や封入ガスよりも低温の領域を形成することができ、その領域に発光筒部３Ａからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４への拡散や付着及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。また、発光筒部３Ａに近い外壁面９ｂの一部に熱放射膜１０を形成した場合には、外壁面９ｂの一端側の熱放射率が外壁面９ｂの他端

側の熱放射率よりも大きくなる結果、出射窓部４から遠い位置にスパッタ物が付着しやすくなるため、出射窓部４の汚染が低減される。

[0025] また、このような光源１を光イオン化源としてガスクロマトグラフ質量分析装置（ＧＣ/ＭＳ）や液体クロマトグラフ質量分析装置（ＬＣ/ＭＳ）といった質量分析装置（ＭＳ）に利用すれば、集光性を高めたり光量を大きくすることができるので、光源１の窓部を試料放出口に近づける必要が無くなり、次のデメリットを低減することができる。すなわち、光源内に光学系がない場合、感度向上のために窓位置を試料放出口に近づける必要が生じ、試料温度が高いため、窓材の封着材に悪影響を及ぼしたり、近接できない等のデメリットがある。また、窓位置を試料放出口に近づけた場合、窓材や光源の窓外に近接して設置する光学系が試料や溶剤によって汚染され、測定感度が劣化する。

[0026] ［第２実施形態］

図４は、本発明の第２実施形態に係る光源の構成を示す断面図、図５（ａ）は、図４の反射筒部の側面図、図５（ｂ）は、図４の反射筒部の正面図である。同図に示す光源１０１は、反射筒部９の位置決め構造が第１実施形態のものと異なる。

[0027] すなわち、光源１０１に内蔵される反射筒部１０９には、その外壁面１０９ｂの出射窓部４側の端部において、位置決め部材としての金属バンド１１２が固定されている。この金属バンド１１２には、バネ性を有する複数の爪部１１２ａが反射筒部１０９の外周に沿って形成されており、金属バンド１１２は、その端部が重ね溶接されることにより外壁面１０９ｂ上に固定されている。このような反射筒部１０９は、導光筒部３Ｂの内壁面１３に沿って密封容器３内に挿入され、金属バンド１１２を除く外壁面１０９ｂが内壁面１３と離間するように固定される。このような構造により、反射筒部１０９は、金属バンド１１２の爪部１１２ａのバネ力により、その端部が収容ケース８の固定リング８ｂに押し当てられ、密封容器３内で光軸Ｘに沿った方向に位置決めされる。それとともに、反射筒部１０９は、金属バンド１１２の

爪部１１２ａにより、その外壁面１０９ｂと導光筒部３Ｂの内壁面１３とが一定距離を保って離間された状態で光軸Ｘの垂直な方向にも位置決めされる。また、反射筒１０９の金属バンド１１２装着部に、同バンドの幅に合わせた溝を形成する事で、導光筒部３Ｂの内径を大きくする事なく、金属バンド１１２から導光筒部３Ｂの内壁面１３への距離を大きく取れ、爪部１１２ａの角度を大きくする事が可能となり、爪部１１２ａのバネ力を強める事ができる。

[0028] このような光源１０１によっても、反射筒部１０９と導光筒部３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部１０９の位置ずれや反射筒部１０９または導光筒部３Ｂの破損を防止することができる。また、反射筒部１０９は、位置決め部材である金属バンド１１２によって付勢されて収容ケース８の固定リング８ｂに嵌め込まれることによって密封容器３内で位置決めされているので、密封容器３に対する反射筒部１０９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を保つことができる。

[0029] ［第３実施形態］

図６は、本発明の第３実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源２０１は、本発明をキャピラリ放電管に適用した場合の例である。

[0030] 光源２０１は、発光筒部２０３Ａと導光筒部２０３Ｂとが接続された密封容器２０３を備えている。この発光筒部２０３Ａには、陰極部２０５、陽極部２０６、及び陽極部２０６と陰極部２０５との間に配置されたキャピラリ２０７によって構成された発光部２０２が収容されている。そして、密封容器２０３内には水素（H_2）、キセノン（Ｘｅ）、アルゴン（Ａｒ）、クリプトン（Ｋｒ）等のガスが封入されている。このような発光部２０２は、陰極部２０５と陽極部２０６との間に電圧が印加されると、その間に存在するガスが電離、放電され、その結果生じた電子がキャピラリ２０７内に収束されてプラズマ状態にされることによって、光軸Ｘに沿って導光筒部２０３Ｂ側に向けて光が出射される。例えば、封入ガスとしてＫｒを、出射窓部４の材

料としてMgF_2を用いた場合には、１１７／１２２ｎｍの波長での発光が可能とされ、封入ガスとしてＡｒを、出射窓部４の材料としてＬｉＦを用いた場合には、１０５ｎｍの波長での発光が可能とされる。

[0031] この陰極部２０５は、発光筒部２０３Ａと導光筒部２０３Ｂとを隔てる部位に配置された接続部材としての役割も有する。詳細には、陰極部２０５は、発光部２０２で発生した光を取り出すための円形状の光通過口２０８ａが形成され、外壁面９ｂが導光筒部２０３Ｂの内壁面と離間するように挿入された反射筒部９の位置決め用の固定部材となる固定リング部材２０５Ａと、導光筒部２０３Ｂとリング部材２０５Ａとに接合されるリング部材２０５Ｂとの２重構造を成している。なお、陰極部２０５に対して反射筒部９の位置決め用の部材として別部材を取り付けても良い。

[0032] このような光源２０１の密封容器２０３への反射筒部９の組み込み時には、陰極部２０５の固定リング部材２０５Ａ及びリング部材２０５Ｂを、それぞれ、発光筒部２０３Ａ及び導光筒部２０３Ｂに封着させておく。そして、反射筒部９を固定リング部材２０５Ａの段差部に嵌め込むようにしながら、導光筒部２０３Ｂの内壁面と離間するように挿入した後に、固定リング部材２０５Ａ及びリング部材２０５Ｂを重ね合わせて真空溶接して組み上げる。なお、反射筒部９を陰極部２０５に溶接し固定した後に、導光筒部２０３Ｂを陰極部２０５に真空保持可能に接合することで組み上げても良い。

[0033] このような光源２０１によっても、反射筒部９と導光筒部２０３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９の位置ずれや反射筒部９または導光筒部２０３Ｂの破損を防止することができる。また、反射筒部９は、位置決め部材であるばね部材１２によって付勢されて陰極部２０５の固定リング部材２０５Ａに嵌め込まれることによって密封容器２０３内で位置決めされているので、密封容器２０３に対する反射筒部９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を安定して保つことができる。

[0034] また、反射筒部９における、発光筒部２０３Ａに近い一端側の外壁面９ｂに熱放射膜１０が形成されることにより、発光部２０２に近接する反射筒部

９の内側に周辺や封入ガスよりも低温の部分を形成することができ、その部分に発光筒部２０３Ａからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４への拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。

[0035] ［第４実施形態］

図７は、本発明の第４実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源３０１は、本発明を電子励起光源に適用した場合の例である。

[0036] 光源３０１は、発光筒部３０３Ａと導光筒部３０３Ｂとが接続された密封容器３０３を備えており、その内部が高真空に保持される。この発光筒部３０３Ａには、ＡｌＧａＮ等の結晶薄膜を有する固体発光ターゲット３０５、電子銃部３０６、及び固体発光ターゲット３０５と電子銃部３０６との間に配置された電子レンズ部３０７によって構成された発光部３０２が収容されている。このような発光部３０２は、電子銃部３０６によって形成された電子流を、電子レンズ部３０７によって制御することによって固体発光ターゲット３０５に向けて加速させた後に衝突させる。これにより、発光部３０２は、導光筒部２０３Ｂ側に向けて光軸Ｘに沿った方向に光を発生させることができる。例えば、固体発光ターゲット３０５の結晶薄膜材としてＡｌＧａＮを用いた場合には、２００～３００ｎｍ程度の波長域での発光が可能とされる。

[0037] 密封容器２０３を構成する発光筒部３０３Ａと導光筒部３０３Ｂとは、導電性を有する封止用リング部材３０８によって連結され、封止用リング部材３０８と発光筒部３０３Ａ及び導光筒部３０３Ｂとの接触部分が真空保持可能なように接合されている。この封止用リング部材３０８は、発光部３０２で発生した光を取り出すための円形状の光通過口３０８ａが形成され、外壁面９ｂが導光筒部３０３Ｂの内壁面と離間するように挿入された反射筒部９の位置決め用の固定部材となる固定リング部材３０８Ａと、導光筒部３０３Ｂと固定リング部材３０８Ａとに接合されるリング部材３０８Ｂとの２重構造を成している。なお、封止用リング部材３０８に対して反射筒部９の位置決め用の部材として別部材を取り付けても良い。この封止用リング部材３０

８の固定リング部材３０８Ａには、固体発光ターゲット３０５が接触及び固定され、外部から固定リング部材３０８Ａに電位が印加されることによって、固体発光ターゲット３０５の電位が設定される。固体発光ターゲット３０５を固定リング部材３０８Ａに接触及び固定することで、電子入射によって発生した熱を封止用リング部材３０８や反射筒部９から外部に放出することができ、発光効率や装置寿命が向上する。また、別途電極を設けることで固体発光ターゲット３０５の電位が設定されても良い。

[0038] このような光源３０１によっても、反射筒部９と導光筒部３０３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９の位置ずれや反射筒部９または導光筒部３０３Ｂの破損を防止することができる。また、反射筒部９は、位置決め部材であるばね部材１２によって付勢されて封止用リング部材３０８の固定リング部材３０８Ａの段差部に嵌め込まれることによって密封容器３０３内で位置決めされているので、密封容器３０３に対する反射筒部９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を安定して保つことができる。

[0039] ［第５実施形態］

図８は、本発明の第５実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源４０１は、本発明をレーザ励起光源に適用した場合の例である。

[0040] 光源４０１は、発光筒部４０３Ａと導光筒部４０３Ｂとが隔壁を介して封着された密封容器４０３を備えており、その発光筒部４０３Ａの内部に希ガスが封入され、導光筒部４０３Ｂの内部は、不活性ガスが封入されるか、又は真空に保持されている。この発光筒部４０３Ａには、導光筒部４０３Ｂの反対側に入射窓部４０６が封着されており、導光筒部４０３Ｂ側の隔壁には出射窓部４０７が設けられている。この入射窓部４０６及び出射窓部４０７を備える発光筒部４０３Ａ自体が発光部を構成している。すなわち、このような発光筒部４０３Ａの入射窓部４０６に光軸Ｘに沿って図示しないレーザ光源からレーザ光が入射すると、内部の希ガスによって光が励起されて、出射窓部４０７から光軸Ｘに沿ってその光が放射される。例えば、希ガスとし

てＸｅを使用し、Ｎｄ：ＹＡＧレーザの三倍波（３５５ｎｍ）を入射させた場合には、Ｘｅの第三高調波発生法により１１８ｎｍの波長での発光が可能とされる。

[0041] 発光筒部４０３Ａと導光筒部４０３Ｂとの間の隔壁は、封止用リング部材４０８によって構成され、封止用リング部材４０８と発光筒部４０３Ａ及び導光筒部４０３Ｂとの接触部分が真空保持可能に接合されている。この封止用リング部材４０８は、発光筒部４０３Ａで発生した光を出射窓部４０７を介して取り出すための円形状の光通過口４０８ａが形成され、外壁面９ｂが導光筒部４０３Ｂの内壁面と離間するように挿入された反射筒部９の位置決め用の固定部材となる固定リング部材４０８Ａと、導光筒部４０３Ｂと固定リング部材４０８Ａとに接合されるリング部材４０８Ｂとの２重構造を成している。なお、封止用リング部材４０８に対して反射筒部９の位置決め用の部材として別部材を取り付けても良い。

[0042] このような光源４０１によっても、反射筒部９と導光筒部４０３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９の位置ずれや反射筒部９または導光筒部４０３Ｂの破損を防止することができる。また、反射筒部９は、位置決め部材であるばね部材１２によって付勢されて封止用リング部材４０８の固定リング部材４０８Ａの段差部に嵌め込まれることによって密封容器４０３内で位置決めされているので、密封容器４０３に対する反射筒部９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を安定して保つことができる。

[0043] また、光源４０１の構造により、レーザ光励起によって発生した熱を封止用リング部材４０８や反射筒部９から外部に放出することができ、発光効率や装置寿命が向上する。

[0044] また、発光筒部４０３Ａに出射窓部４０７を設けずに、発光筒部４０３Ａと導光筒部４０３Ｂとを同じガス圧にしてもよい。

[0045] ［第６実施形態］

図９は、本発明の第６実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源５０１は、本発明を、第５実施形態に比較して、レーザ光の代

わりに電子で希ガスを励起して発光させる電子励起ガス光源に適用した場合の例である。

[0046] 光源５０１は、発光筒部５０３Ａの両端に導光筒部５０３Ｂと電子発生筒部５０３Ｃとが接続された密封容器５０３を備えている。この発光筒部５０３Ａは、隔壁である封止用リング部材５０８Ｂを介して、その内壁面と反射筒部９の外壁面９ｂとが離間するように反射筒部９が挿入固定された導光筒部５０３Ｂと封着され、隔壁である封止用リング部材５０８Ｃを介して電子発生筒部５０３Ｃと封着されている。そして、発光筒部５０３Ａの内部に希ガスが封入され、導光筒部５０３Ｂの内部は、不活性ガスが封入されるか、又は真空に保持され、電子発生筒部５０３Ｃの内部は真空に保持されている。この封止用リング部材５０８Ｃには、ＳｉやＳｉＮ等の電子透過性を有する材料によって形成される電子透過窓部５０７Ｃが設けられ、封止用リング部材５０８Ｂには出射窓部５０７Ｂが設けられている。なお、封止用リング部材５０８Ｂの構造は、第５実施形態にかかる封止用リング部材４０８の構造と同様である。

[0047] 密封容器５０３の一部を構成する電子発生筒部５０３の内部には、電子銃部５０９及び電子透過窓部５０７Ｃと電子銃部３０６との間に配置された電子レンズ部５１０が収容されている。このような電子発生筒部５０３では、電子銃部５０９によって形成された電子流を、電子レンズ部５１０によって制御することによって電子透過窓部５０７Ｃに向けて光軸Ｘに沿って加速させることができる。そして、発光筒部５０３Ａの内部に光軸Ｘに沿って電子流が入射すると、内部の希ガスによって光が励起されて、出射窓部５０７Ｂから光軸Ｘに沿ってその光が放射されて導光筒部５０３Ｂ内に導かれる。

[0048] このような光源５０１によっても、反射筒部９と導光筒部５０３Ｂとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９の位置ずれや反射筒部９または導光筒部５０３Ｂの破損を防止することができる。また、反射筒部９は、位置決め部材であるばね部材１２によって付勢されて封止用リング部材５０８Ｂの段差部に嵌め込まれることによって密封容器５０３内で位置決めされているので、

密封容器５０３に対する反射筒部９の位置を安定化して、出射窓部４からの光の取り出し効率を安定して保つことができる。

[0049] また、光源５０１の構造により、電子励起によって発生した熱を封止用リング部材５０８Ｂや反射筒部９から外部に放出することができ、発光効率や装置寿命が向上する。

[0050] なお、発光筒部５０３Ａに出射窓部５０７Ｂを設けずに、発光筒部５０３Ａと導光筒部５０３Ｂとを同じガス圧にしてもよい。

[0051] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。例えば、上述した実施形態では、反射筒部９を発光筒部３Ａ，２０３Ａ，３０３Ａ，４０３Ａ，５０３Ａ側に設けられた位置決め用の部材に押し当てることにより固定していたが、レーザ溶接等により位置決め部材に直接固定しても良い。

[0052] 図１０には、本発明の変形例である光源６０１として、反射筒部６０９がレーザ溶接やスポット溶接によって発光部２の収容ケース８に固定された構造を示している。詳細には、反射筒部６０９の外壁面６０９ｂの端部にステンレスリング６１４を固定し、その端部のステンレスリング６１４と収容ケース８の固定リング８ｂとの接触部分をレーザ溶接やスポット溶接によって溶融し互いに固着する。同図に示す光源６０１では、導光筒部６０３Ｂを短くされているが、反射筒部６０９をそれに合わせて設計することで出射光の分布を平行光や拡散光にすることができると共に、照射面上での光強度の均一性を高めることができる。また、光源６０１のように、反射筒部６０９の発光筒部６０３Ａ側の端部に突出部６１５を設け、この突出部６１５を、荷電粒子の流れを阻害しない範囲で放電路制限部７に近くなるように、収容ケース８内に伸ばして配置させてもよい。これにより、出射窓部４からの光量を増加させることができるとともに、反射筒部６０９によるスパッタ物等の異物の捕捉を、発光部２の内部から行うことができ、低温度部の出射窓部４へのスパッタ物の付着をより抑制することができる。

[0053] また、図６～図９で示した、第３～第６実施形態における反射筒部９の固

定においても、図１０で示したレーザ溶接やスポット溶接を用いても良い。その際、図１０と同様に、反射筒部９の端部にステンレスリングを固定し、そのステンレスリングと固定部材とを溶接するのが好ましい。

[0054] また、反射筒部６０９の先端に固定する溶接用の構造体としては、様々な形状のものを採用することができる。

[0055] 例えば、図１１に示すように、反射筒部６０９の端部６０９ｄの外周にステンレス製のＣ型止め輪等の止め輪７１４を固定し、その止め輪７１４と収容ケース８の反射筒部固定用部材とを溶接することで反射筒部６０９を発光部２に対して固定してもよい。

[0056] さらに、図１２に示すように、反射筒部６０９の端部６０９ｄの外周部にステンレス製のシート材８１４を帯状に巻き付け、その終端部を重ね合わせて溶接することにより固定してもよい。このシート材８１４の端部９ｄ側には、反射筒部６０９の中心軸に対して垂直に延びる複数のつば部８１４ａが設けられており、このつば部８１４ａと固定用部材とを溶接することで反射筒部６０９を固定することができる。また、つば部８１４ａを設けないでシート材８１４と固定用部材との近接部分を溶接することにより反射筒部６０９を固定してもよい。

[0057] 図１３には、本発明の変形例として、ステム７０３Ｃ、発光筒部７０３Ａ、及び導光筒部７０３Ｂが光軸と同軸上に配置された重水素ランプとしての光源７０１を示す。このような光源７０１では、同一の軸方向からの組上げが可能である。詳細には、反射筒部１０９を、発光部２の固定リング８ｂに固定し一体化した後に、導光筒部７０３Ｂ及び発光筒部７０３Ａが一体化された密封容器７０３内に挿入し、ステム７０３Ｃで密封容器７０３を封止して作製することができる。この反射筒部１０９には、光源６０１の場合と同様に、端部リング６１４が圧入および固定されており、この端部リング６１４と固定リング８ｂとが溶接されることにより、反射筒部１０９が固定されている。同時に、反射筒部１０９には、光源１０１の場合と同様に、その外壁面１０９ｂの出射窓部４側の端部に金属バンド１１２が固定されている。

この金属バンド１１２により、導光筒部７０３Ｂと反射筒部１０９との同軸性が高められている。このような固定方法以外に、固定リング８ｂの高さを高くして反射筒部１０９の挿入部分と固定リング８ｂとをネジ加工することによって固定したり、固定リング８ｂにタップ穴を作製して反射筒部１０９を挿入後ビス等で固定する方法であってもよい。

[0058] また、光源１，１０１，２０１では、反射筒部９の外壁面９ｂの一部または全体に熱放射膜１０が形成されているが、逆に、外壁面９ｂの発光筒部３Ａ，２０３Ａ側の端部を除く部分に、反射筒部９の素材よりも熱放射率の低い材料を形成してもよい。これにより、相対的に一端側の放熱性が向上し、熱放射膜１０と同様の効果が期待できる。また、反射筒部９，１０９の一端側を構成する金属ブロック部材の材料を、他端側を構成する金属ブロック部材の材料よりも熱放射率の大きい材料で構成しても良い。また、発光筒部３Ａ，２０３Ａ，３０３Ａ，４０３Ａ，５０３Ａとしては、他の発光形態を有するもの、例えばエキシマランプを使用しても良い。

[0059] ［第７実施形態］

図１４は、本発明の第７実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図である。

[0060] この重水素ランプ１ｉは、重水素ガスを放電させて光を発生させる発光部２ｉが収容された略円筒状の発光筒部（第１の筐体）３Ａｉと、この発光筒部３Ａｉに連通すると共に発光筒部３Ａｉの側壁から発光部２ｉの発生させる光の光軸Ｘに沿って突出する略円筒状の導光筒部（第２の筐体）３Ｂｉとが一体的に接続されたガラス製の密封容器３ｉを備えている。この密封容器３ｉには、重水素ガスが数百Ｐａ程度封入されている。より詳細には、導光筒部３Ｂｉは、光軸Ｘに沿った方向の一端側が発光筒部３Ａｉに一体化されて連通しており、他端側は発光部２ｉから発生した光を外部に出射させる出射窓部４ｉによって封止されている。この出射窓部４ｉの材質は、例えば、MgF_2（フッ化マグネシウム）、ＬｉＦ（フッ化リチウム）、石英ガラス、サファイアガラス等である。

[0061] 発光筒部３Ａｉに収容されている発光部２ｉは、陰極５ｉ、陽極６ｉ、陽極６ｉと陰極５ｉとの間に配置された中心部に導電性の高融点金属で作製され放電路を制限するアパーチャーが形成された放電路制限部７ｉ、及びこれらを取り囲んで配置する収容ケース８ｉによって構成されている。この収容ケース８ｉの導光筒部３Ｂｉ側の面には、発光部２ｉで発生した光を取り出すための矩形形状の光通過口（開口部）８ａｉが、導光筒部３Ｂｉの出射窓部４ｉに対向するように形成されると共に、この光通過口８ａｉを取り囲むように導光筒部３Ｂｉの側壁に沿って円形状に延びる壁部からなる固定リング（固定部材）８ｂｉが固定されている。このような発光部２ｉは、陰極５ｉと陽極６ｉとの間に電圧が印加されると、その間に存在する重水素ガスを電離、放電させて形成したプラズマ状態を放電路制限部７ｉによって絞り込んで高密度のプラズマ状態にすることによって発生した光（紫外光）を、収容ケース８ｉの光通過口８ａｉから光軸Ｘに沿った方向に向けて出射させる。

[0062] なお、上記の発光部２ｉは、発光筒部３Ａｉの端面に設けられたステム部に立設されたステムピン（図示せず）によって、発光筒部３Ａｉ内に保持されている。すなわち、この重水素ランプ１ｉは、光軸Ｘが発光筒部３Ａｉの管軸に対して交差するサイドオン型の重水素ランプである。

[0063] このような密封容器３ｉ内の出射窓部４ｉと、発光筒部３Ａｉと導光筒部３Ｂｉとを接続する部位との間には、略円筒状の反射筒部（筒状部材）９ｉが挿入固定されている。この反射筒部９ｉは、図１５に示すように、アルミニウム製の金属ブロック部材が複数組み合わされて、導光筒部３Ｂｉの内径よりも小さい外径を有する略円筒状の形状をなしている。

[0064] この反射筒部９ｉ自体の内壁面は、反射筒部９ｉの中心軸線に沿って曲面、又は段階的に傾斜角が変化する多段面である反射面９ａｉとして形成されている。すなわち、この反射面９ａｉは、出射窓部４ｉの外側の所望の面または点に光を集光できるように、反射筒部９ｉの中心軸方向の両端がテーパー状に形成されている。より具体的には、反射筒部９ｉの長手方向の中心部

から発光筒部３Ａｉ側の端部にかけて反射面９ａｉで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｉが反射筒部９ｉの中心軸、すなわち、光軸Ｘに対して傾斜して形成されている。また、反射筒部９ｉの長手方向の中心部から出射窓部４ｉ側の端部にかけて反射面９ａｉで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｉが反射筒部９ｉの中心軸に対して傾斜して形成されている。ここで、反射面９ａｉは、発光部２ｉの放電路制限部７ｉのアパーチャーの中心に位置する発光中心C_0と反射面９ａｉの発光部２ｉ側の端部とを結ぶ線Ｌに比較して、反射面９ａｉの光軸Ｘに対する傾斜角が小さくなるように設定されている。例えば、線Ｌの光軸Ｘに対する傾斜角が１０～３０度に対して、発光中心C_0側に最も近い段の反射面９ａｉの傾斜角が２～１５度になるように設定される。なお、反射面９ａｉのテーパー状部は、反射筒部９ｉの中心軸方向の両端ではなく、どちらか一方、例えば発光部２ｉ側（一端側）のみを前述したようなテーパー状に形成し、出射窓部４ｉ側（他端側）は反射面９ａｉを反射筒部９ｉの中心軸に対して平行に形成しても良い。

[0065] このような反射面９ａｉは、発光部２ｉによって発生した光を正反射可能な鏡面状態に加工されており、例えば、金属ブロック部材を切削加工し、その内壁に、バフ研磨、化学研磨、電解研磨、それらから派生した研磨方法による研磨、又は、それらを複合した研磨方法による研磨を施した後、洗浄処理や不純物ガス成分を除去するための真空処理等を施すことによって形成される。本実施形態においては、反射筒部９ｉは２つの部材を組み合わせて形成されており、このように複数個の金属ブロック部材で反射面９ａｉが形成される場合には、金属ブロック部材ごとの反射面９ａｉの長さと内径との比（アスペクト比）が小さくできるために、加工整形時に平坦度が出しやすくなる結果、反射面９ａｉの鏡面度が高くなる。

[0066] さらに、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの略全面には、高熱放射率の材料を含む熱放射膜１０ｉが形成されている。このような熱放射膜１０ｉの材料としては、酸化アルミニウム等の反射筒部９ｉの材料よりも熱放射率の高いも

のが用いられる。また、熱放射膜１０ｉは、例えば熱放射膜１０ｉを構成する材料を反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉ上に蒸着や塗布等によって積層することで形成されるが、特に本実施形態のように反射筒部９ｉがアルミニウムからなる場合には、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉを酸化処理することで熱放射膜１０ｉとしての酸化アルミニウムの層を形成しても良い。

[0067] また、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの長手方向の他端側の周縁部には、その外壁面９ｂｉに沿って、段差状の突出部となるように円形状に切り欠かれた切り欠き部１１ｉが形成されている。この切り欠き部１１ｉは、反射筒部９ｉを密封容器３ｉ内で位置決めするために設けられる。

[0068] このような反射筒部９ｉは、一端側の端部９ｄｉが発光部２ｉの収容ケース８ｉに当接するまで、縁部９ｄｉ側から導光筒部３Ｂｉの管軸（光軸Ｘ）に沿って挿入されると共に、切り欠き部１１ｉにばね部材１２ｉが外壁面９ｂｉに沿って取り付けられた後に、導光筒部３Ｂｉの他端側が出射窓部４ｉによって封止される（図１４及び図１６）。このとき、反射筒部９ｉは、その外壁面９ｂｉが導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉと離間した状態で収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉの内側に嵌め込まれる（図１６）。このばね部材１２ｉは、金属部材、例えば、耐熱性の高いステンレスやインコネル材からなる、反射筒部９ｉの位置決め用の部材であり、切り欠き部１１ｉと出射窓部４ｉとの間に配置されて、反射筒部９ｉを、光軸Ｘに沿って出射窓部４ｉ側から発光部２ｉ側に付勢することにより、収容ケース８ｉに押し当てる機能を有する。これにより、反射筒部９ｉは、密封容器３ｉ内の出射窓部４ｉと発光部２ｉとの間において、一端側の端部９ｄｉが発光部２ｉの収容ケース８ｉに当接し、かつ、他端側が導光筒部３Ｂｉに挿入されて出射窓部４ｉに接近した状態で、位置決めされる。

[0069] 以上説明した重水素ランプ１ｉによれば、発光筒部３Ａｉ内の発光部２ｉの陰極５ｉと陽極６ｉとの間で生じた放電が放電路制限部７ｉによって絞り込まれることによって光が発生し、発光部２ｉで発生した光が、発光筒部３Ａｉに連通する導光筒部３Ｂｉの出射窓部４ｉから発光部２ｉにかけて挿入

された反射筒部９ｉの内部に導かれることにより、出射窓部４ｉから出射される。ここで、反射筒部９ｉの内壁面には反射面９ａｉが形成されているので、発光部２ｉから出射された光が反射筒部９ｉの内部の反射面９ａｉによって反射されつつ導光筒部３Ｂｉの一端側から他端側に導かれる結果、発光部２ｉから発せられた光を損失することなく導光筒部３Ｂｉの出射窓部４ｉまで導くことができる。併せて、反射面９ａｉの両端側はテーパー状に形成されているので、出射窓部４ｉの外部の所定位置に光を集光させることができる。さらに、出射窓部４ｉからの光の取り出し効率を向上させ、出射光の総光量及び照射面上での光量を増加させることができる。また、従来の重水素ランプでは出射窓からの光放射パターンが、その出射窓からの距離に応じて変化し、放射光の弱い抜けの部分が生じやすい傾向にあるが、重水素ランプ１ｉではそのような光照射パターンの抜けの部分の発生を低減することができる。その結果、発生した光を効率よく取り出すことができる。

[0070] 図１７は、重水素ランプ１ｉにおける発光中心C_0からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図であり、図２９は、重水素ランプ１ｉから反射筒部９ｉを取り除いた重水素ランプ９０１ｉにおける発光中心C_0からの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[0071] 図２９が示すように、光軸Ｘに対して放射角が大きい光成分L_Aは重水素ランプ９０１ｉでは全反射することなく密封容器３ｉを透過もしくは吸収されてしまう。これに対して、図１７に示すように重水素ランプ１ｉでは、このような光成分L_Aも反射面９ａｉで全反射させることにより前方照射成分として機能させるため照射光量が多くなる。さらに、発光中心C_0側の反射面９ａｉがテーパー状にされているために、反射光が発散成分となることなく出射窓部４ｉから所望位置周辺に集光させることができる。

[0072] また、重水素ランプ９０１ｉでは密封容器３ｉによって反射されるが発散光となってしまう光成分L_B，L_Dに関しても、重水素ランプ１ｉでは所望位置周辺に集光することができる。さらに、重水素ランプ１ｉの出射窓部４ｉ側の反射面９ａｉがテーパー状にされているために、光軸Ｘに対して放射角

が小さいために重水素ランプ９０１ｉでは出射窓部４ｉから発散する光成分L_Cを、集光成分として利用できるとともに、光成分L_Dを所望位置周辺の適切な位置に集光することができる。その結果、反射筒部９ｉの反射面９ａｉを放射光の多くの成分を集光成分として利用可能な構造にすることができる。

[0073] なお、反射筒部９ｉの反射面９ａｉのテーパー状部分の形状を調整することで、出射窓部４ｉからの出射光を集光ではなく平行光が多い分布や、逆に拡散分布にもすることができる。

[0074] また、反射筒部９ｉ自体をアルミニウム製の金属ブロック部材等の金属部材で構成することで、鏡面度の高い反射面の加工が容易になるので、発生した光を効果的に集光することができる。さらに、例えば反射筒部９ｉの内部に金属等からなる反射膜を形成した場合と異なり、温度上昇と低下を繰り返す際の、構成材料の膨張係数の違いから発生する反射面９ａｉの剥離または脱落等による性能劣化や異物発生を抑制することができ、長寿命化を実現することができる。加えて、発生する紫外光が透過することなく、また、紫外光によって劣化することもないので、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0075] さらに、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉと、導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉとは離間しているので、反射筒部９ｉと導光筒部３Ｂｉとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９ｉの位置ずれや反射筒部９ｉまたは導光筒部３Ｂｉの破損を防止することができる。

[0076] また、反射筒部９ｉは、金属部材からなる位置決め部材であるばね部材１２ｉによって付勢されて収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉに嵌め込まれることによって密封容器３ｉ内で位置決めされているので、発生する紫外光によって劣化することなく発光部２ｉの放電路制限部７ｉのアパーチャーに対する反射筒部９ｉの位置及び軸合せを容易にし、位置精度を向上させて、出射窓部４ｉからの光の取り出し効率を保つことができる。さらに、ばね部材１２ｉにより収容ケース８ｉに押圧する構造を採用することで、密封容器３

ｉに対して反射筒部９ｉを安定して固定することができると共に、反射筒部９ｉの中心軸方向に沿った熱膨張が発生してもばね部材１２ｉによって発光筒部３Ａｉに対する位置ずれを吸収することができる。ここで、重水素ランプの封じの際に導光筒部３Ｂｉと放電路制限部７ｉのアパーチャーとの位置や角度の関係をそろえ放射光分布を調整することも考えられるが、この場合は出射窓部４ｉとアパーチャーの奥行き位置が大きく異なるために位置調整が難しい。本実施形態では、反射筒部９ｉを導入することで、導光筒部３Ｂｉと反射筒部９ｉとの位置関係が安定して決定され、反射筒部９ｉと固定リング８ｂｉとを合わせることで反射筒部９ｉとアパーチャーとの位置や角度の関係も合わされる。従って、導光筒部３Ｂｉとアパーチャーとの位置関係が精度良く合わされる。

[0077] さらに、図１５に示すように、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの略全面に熱放射膜１０ｉが形成されることにより、発光部２ｉに近接する反射筒部９ｉの内面に周辺や封入ガスよりも低温の領域を形成することができ、その領域に発光筒部３Ａｉからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｉへの拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。

[0078] また、このような重水素ランプ１ｉを光イオン化源としてガスクロマトグラフ質量分析装置（ＧＣ/ＭＳ）や液体クロマトグラフ質量分析装置（ＬＣ/ＭＳ）といった質量分析装置（ＭＳ）に使用することで、高感度化、窓材の汚染抑制、そして、良好な時間応答特性を実現することが可能となる。まず、照射面の光量を飛躍的に増加できることで試料との接触確率を向上でき、従来の光イオン化源と比べ感度を大幅（１０倍近く）に向上できる。また、各種ＭＳに適した集光性を実現する事が可能となり、次のような点から測定感度が高められる。すなわち、ＭＳの場合、イオン化室においてイオンを弁別部へ導入する為の電界分布が有効な部分に集中照射可能である。また、ＧＣ/ＭＳの場合、イオン化室の数ｍｍ程度の開口から光を有効に集中導入可能である。また、ＬＣ/ＭＳの場合、イオンを弁別部に導入するアパーチャー近辺に集光しイオン密度を高めることが可能であり、試料の噴出し口から光イ

オン化源の窓部を遠ざけ窓部の汚染が抑制できると共に、従来より集光性が高められるためイオン化源から遠ざけても感度が劣化しない。つまり、試料の高密度部に高密度の光を当ててイオン化効率を高められて高感度化が実現され、試料の噴出し口から光イオン化源の窓部を遠ざけることで窓部の汚染を抑制することができ、試料の噴出し口に集光することで応答速度を速くすることができる。

[0079] ［第８実施形態］

図１８は、本発明の第８実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図、図１９（ａ）は、図１８の反射筒部の側面図、図１９（ｂ）は、図１８の反射筒部の端面図である。同図に示す重水素ランプ１０１ｉは、反射筒部１０９ｉの位置決め構造等が第７実施形態のものと異なる。

[0080] すなわち、重水素ランプ１０１ｉに内蔵される反射筒部１０９ｉには、その外壁面１０９ｂｉの出射窓部４ｉ側の端部において、位置決め部材としての金属バンド１１２ｉが固定されている。この金属バンド１１２ｉには、バネ性を有する複数の爪部１１２ａｉが反射筒部１０９ｉの外周に沿って形成されており、金属バンド１１２ｉは、その端部が重ね溶接されることにより外壁面１０９ｂｉ上に固定されている。このような反射筒部１０９ｉは、導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉに沿って密封容器３ｉ内に挿入され、金属バンド１１２ｉを除く外壁面１０９ｂｉが内壁面１３ｉと離間するように固定される。

[0081] このような構造により、反射筒部１０９ｉは、金属バンド１１２ｉの爪部１１２ａｉのバネ力により、その一端側の端部１０９ｄｉが収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉに押し当てられ、密封容器３ｉ内で光軸Ｘに沿った方向に位置決めされる。それとともに、反射筒部１０９ｉは、金属バンド１１２ｉの爪部１１２ａｉにより、その外壁面１０９ｂｉと導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉとが一定距離を保って離間された状態で光軸Ｘの垂直な方向にも位置決めされる。また、反射筒１０９ｉの金属バンド１１２ｉ装着部に、同バンド幅に合わせた溝を形成する事で、導光筒部３Ｂｉの内径を大きくする事

なく、金属バンド１１２ｉから導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉへの距離を大きく取れ、爪部１１２ａｉの角度を大きくする事が可能となり、爪部１１２ａｉのバネ力を強める事ができる。

[0082] このような重水素ランプ１０１ｉによっても、反射筒部１０９ｉと導光筒部３Ｂｉとの熱膨張率の違いにより、反射筒部１０９ｉの位置ずれや反射筒部１０９ｉまたは導光筒部３Ｂｉの破損を防止することができる。また、反射筒部１０９ｉは、位置決め部材である金属バンド１１２ｉによって付勢されて収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉに嵌め込まれることによって密封容器３ｉ内で位置決めされているので、発光部２ｉの放電路制限部７ｉのアパーチャーに対する反射筒部９ｉの位置及び軸合せを容易にし、位置精度を向上させて、出射窓部４ｉからの光の取り出し効率を保つことができる。特に、本実施形態では、反射筒部９ｉと導光筒部３Ｂｉとの同軸性を安定して維持することができる。

[0083] また、反射面９ａｉの両端側はテーパー状に形成されているので、出射窓部４ｉの外部の所定位置に光を集光させるようにして出射窓部４ｉから光を効率よく取り出すことができ、出射光の照射面上での光量をアップさせることができる。

[0084] ［第９実施形態］

図２０は、本発明の第９実施形態に係る重水素ランプの構成を示す断面図、図２１（ａ）は、図２０の反射筒部の側面図、図２１（ｂ）は、図２０の反射筒部の端面図、図２１（ｃ）は、図２０の反射筒部の斜視図である。同図に示す重水素ランプ２０１ｉは、反射筒部の発光部側の位置決め構造が第７実施形態のものと異なる。

[0085] すなわち、重水素ランプ２０１ｉの反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの長手方向の一端側には、反射筒部９ｉの外周に沿って溝部９ｅｉが形成されている。また、発光部２ｉの収容ケース８ｉの導光筒部３Ｂｉ側の面には、反射筒部９ｉの溝部９ｅｉを嵌め込むことによって反射筒部９ｉの端部を固定するための爪部（固定部材）２０８ｂｉが固定されている。この爪部２０８ｂｉ

は、収容ケース８ｉの光通過口８ａｉを取り囲むように配置された半円状部２０８ｃｉと、その半円状部２０８ｃｉから伸びるように直線状に形成された反射筒部９ｉを挿入するための開放端部２０８ｄｉとを有している（図２１（ｃ））。

[0086] このような構造により、反射筒部９ｉは、爪部２０８ｂｉの開放端部２０８ｄｉから、その爪部２０８ｂｉの凸部を溝部９ｅｉに沿わせるように中心軸に垂直な方向に挿入され、半円状部２０８ｃｉの奥まで差し込まれることによって収容ケース８ｉに対する位置が決定される。なお、半円状部２０８ｃｉの奥まで差し込んだ際、反射筒部９ｉが開放端部２０８ｄｉ側に戻り難くする為の係止部を、爪部２０８ｂｉにおける反射筒部９ｉの外周部との近接部に設けても良い。ここで、溝部９ｅｉの幅には爪部２０８ｂｉに対して余裕が持たせてあるので、反射筒部９ｉが、ばね部材１２ｉによって付勢されて収容ケース８ｉに押し当てられ、密封容器３ｉ内で光軸Ｘに沿った方向に位置決めされる。それとともに、反射筒部９ｉは、爪部２０８ｂｉの半円状部２０８ｃｉに差し込まれることによって、その外壁面９ｂｉと導光筒部３Ｂｉの内壁面１３ｉとが一定距離を保って離間された状態で光軸Ｘの垂直な方向にも位置決めされる。この際、爪部２０８ｂｉに反射筒部９ｉを収容ケース８ｉ側に付勢するためのばね部材を組み込むことで、ばね部材１２ｉを省くこともできる。

[0087] このような重水素ランプ２０１ｉによっても、反射筒部９ｉと導光筒部３Ｂｉとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９ｉの位置ずれや反射筒部９ｉまたは導光筒部３Ｂｉの破損を防止することができる。ここで、反射筒部９ｉの長手方向の他端面、つまり出射窓部４ｉとの対向面は、出射窓部４ｉと離間しているため、組立作製時や動作時の温度で材質の膨張に差が生じてもガラス材や窓材を破損することもない。

[0088] また、反射筒部９ｉは、位置決め部材であるばね部材１２ｉによって付勢されて収容ケース８ｉに当接すると共に爪部２０８ｂｉに差し込まれることによって密封容器３ｉ内で位置決めされている。これにより、発光部２ｉの

放電路制限部７ｉのアパーチャーに対する反射筒部９ｉの位置及び軸合せを容易にし、位置精度を向上させて出射窓部４ｉから光を効率よく取り出すことができる。特に、本実施形態でも、反射筒部９ｉと導光筒部３Ｂｉとの同軸性を安定して維持することができる。

[0089] また、反射面９ａｉの両端側はテーパー状に形成されているので、出射窓部４ｉの外部の所定位置に光を集光させるようにして出射窓部４ｉから光をより効率よく取り出すことができ、出射光の照射面上での光量をアップさせることができる。

[0090] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。例えば、反射筒部９ｉ，１０９ｉには、金属部材の内壁を研磨加工することにより反射面９ａｉ，１０９ａｉが形成されていたが、反射面を蒸着やスパッタにより成膜してもよい。詳細には、アルミニウム等の金属部材、又はガラス、セラミック等の部材に切削加工や成型加工を施して下地を作製し、その下地に必要に応じて研磨加工を施した後、下地の鏡面にアルミニウム、ロジウム、誘電体多層膜等を蒸着やスパッタすることにより反射面を形成することができる。また、反射筒部９ｉ，１０９ｉは複数の金属ブロック部材から形成されていたが、一体形成されても良い。

[0091] また、上述した実施形態では、反射筒部９ｉ，１０９ｉを発光筒部３Ａｉ側に設けられた固定用の部材に押し当てることにより固定していたが、レーザ溶接やスポット溶接等により固定用の部材に直接固定しても良い。このとき、反射筒部を直接固定用部材に溶接することが困難な場合は、溶接可能な構造体を反射筒部に嵌合等で固定し、当該構造体と固定部材とを溶接することで固定しても良い。なお、レーザ溶接の場合は、発光筒部３Ａｉのガラス部材越しに溶接を行うことも可能である。

[0092] 図２２には、本発明の変形例である重水素ランプ３０１ｉとして、２つの異なる材料からなる金属部材からなる反射筒部３０９ｉがレーザ溶接やスポット溶接によって発光部２ｉの収容ケース８ｉに固定された構造を示している。詳細には、アルミニウムからなる反射筒部３０９ｉの一端側の端部３０

９ｄｉの外周にステンレスからなる端部リング３１４ｉを固定し、その端部リング３１４ｉと収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉとの接触部分をレーザ溶接やスポット溶接によって溶融し互いに固着する。同図に示す重水素ランプ３０１ｉでは、導光筒部３０３Ｂｉを短くされているが、反射筒部３０９ｉをそれに合わせて設計することで出射光の分布を平行光や拡散光にもすることができると共に、照射面上での光強度の均一性を高めることもできる。また、同図に示すように、収容ケース８ｉ上における固定リング８ｂｉの内側に穴部３０８ｅｉを設け、反射筒部３０９ｉの端部３０９ｄｉの先端を、荷電粒子の流れを阻害しない範囲で放電路制限部７ｉに近くなるように、穴部３０８ｅｉ内に挿入してもよい。そうすれば、反射筒部９ｉ（反射面９ａｉ）が発光部２ｉの内部に接近して配置されるので、出射窓部４ｉからより効率的よく光を取り出すことができる。

[0093] また、反射筒部３０９ｉの先端に固定する溶接用の構造体としては、様々な形状のものを採用することができる。

[0094] 例えば、図２３に示すように、反射筒部９ｉの端部９ｄｉの外周にステンレス製のＣ型止め輪等の止め輪６１５ｉを固定し、その止め輪６１５ｉと収容ケース８ｉの反射筒部固定用部材とを溶接することで反射筒部９ｉを発光部２ｉに対して固定してもよい。

[0095] さらに、図２４に示すように、反射筒部９ｉの端部９ｄｉの外周部にステンレス製のシート材７１５ｉを帯状に巻き付け、その終端部を重ね合わせて溶接することにより固定してもよい。このシート材７１５ｉの端部９ｄｉ側には、反射筒部９ｉの中心軸に対して垂直に延びる複数のつば部７１５ａｉが設けられており、このつば部７１５ａｉと固定用部材とを溶接することで反射筒部９ｉを固定することができる。また、つば部７１５ｉを設けないでシート材７１５ｉと固定用部材との近接部分を溶接することにより反射筒部９ｉを固定してもよい。

[0096] 図２５には、本発明の変形例として、ステム４０３Ｃｉ、発光筒部４０３Ａｉ、及び導光筒部４０３Ｂｉが光軸と同軸上に配置された重水素ランプ４

０１ｉを示す。このような重水素ランプ４０１ｉでは、同一の軸方向からの組上げが可能である。詳細には、反射筒部１０９ｉを、発光部２ｉの固定リング８ｂｉに固定し一体化した後に、導光筒部４０３Ｂｉ及び発光筒部４０３Ａｉが一体化された密封容器４０３ｉ内に挿入し、ステム４０３Ｃｉで密封容器４０３ｉを封止して作製することができる。この反射筒部１０９ｉには、重水素ランプ３０１ｉの場合と同様に、端部リング３１４ｉが圧入および固定されており、この端部リング３１４ｉと固定リング８ｂｉとが溶接されることにより、反射筒部１０９ｉが固定されている。同時に、反射筒部１０９ｉには、重水素ランプ１０１ｉの場合と同様に、その外壁面１０９ｂｉの出射窓部４ｉ側の端部に金属バンド１１２ｉが固定されている。この金属バンド１１２ｉにより、導光筒部４０３Ｂｉと反射筒部１０９ｉとの同軸性が高められている。このような固定方法以外に、固定リング８ｂｉの高さを高くして反射筒部１０９ｉの挿入部分と固定リング８ｂｉとをネジ加工することによって固定したり、固定リング８ｂｉにタップ穴を作製して反射筒部１０９ｉを挿入後ビス等で固定する方法であってもよい。

[0097] また、重水素ランプ１ｉ，１０１ｉ，２０１ｉ，３０１ｉ，４０１ｉにおいては、反射筒部９ｉ，１０９ｉ，３０９ｉの長手方向の発光筒部３Ａｉ，３０３Ａｉ側（一端側）の外壁面９ｂｉ，１０９ｂｉ，３０９ｂｉに、反射面９ａｉ，１０９ａｉ，３０９ａｉに向けて貫通する開口部が形成されていてもよい。

[0098] 例えば、図２６～２８に示す重水素ランプ５０１ｉには、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの一端側の縁部に、その外壁面９ｂｉの出射窓部４ｉ側（他端側）に向けて、反射筒部９ｉの中心軸に沿って切り欠かれた開口部９ｃｉが形成されている。詳細には、開口部９ｃｉは反射筒部９ｉの一端側の周縁に沿って等間隔に３箇所形成されており、隣接する開口部９ｃｉの間には発光部２ｉの固定リング８ｂｉに嵌め込むための突出部９ｄｉが３箇所形成されている。また、収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉには、反射筒部９ｉの開口部９ｃｉに対応する位置に開口８ｃｉが形成されている。このような構造

により、反射筒部９ｉが収容ケース８ｉの固定リング８ｂｉに嵌め込まれると、発光筒部３Ａｉ内に位置する反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの端部には、反射面９ａｉに貫通する開口部９ｃｉが開口８ｃｉを介して発光筒部３Ａｉの内部空間と連通した状態で複数配置されることになる（図２８）。

[0099] このような重水素ランプ５０１ｉでは、発光部２ｉで生じたスパッタ物を反射筒部９ｉの外部に放出することができ、反射筒部９ｉの反射面９ａｉや低温度部の出射窓部４ｉへのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、長寿命化を図りつつ、出射窓部４ｉにおける光の透過率を向上させることができる。なお、この開口部９ｃｉは発光筒部３Ａｉ内に位置しているので、発光部２ｉで生じたスパッタ物が発光筒部３Ａｉ内に放出されて発光筒部３Ａｉ内に捕捉されやすい。その結果、出射窓部４ｉへのスパッタ物の飛散をさらに抑制することができ、寿命がより長くなる。また、図２２に示すような反射筒部３０９ｉに端部リング３１４ｉが圧入された構造においても、端部リング３１４ｉに開口部を形成してもよい。また、図２４に示すように反射筒部９ｉにシート材７１５ｉを巻き付けた構造においても、シート材７１５ｉの反射筒部９ｉの開口部９ｃｉに対応した位置に開口部を形成してもよい。

[0100] また、図２６～２８に示す重水素ランプ５０１ｉには、反射筒部９ｉの外壁面９ｂｉの長手方向の一端側に熱放射膜１０ｉが形成されている。そのため、発光部２ｉに近接する反射筒部９ｉの内側に周辺や封入ガスよりも低温の部分を形成することができ、その部分に発光筒部３Ａｉからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｉへの拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。また、逆に、外壁面９ｂｉの他端側に、反射筒部９ｉの素材よりも熱放射率の低い材料を形成してもよい。これにより、相対的に一端側の放熱性が向上し、熱放射膜１０ｉと同様の効果が期待できる。また、反射筒部９ｉの一端側を構成する金属ブロック部材の材料を、他端側を構成する金属ブロック部材の材料よりも熱放射率の大きい材料で構成しても良い。

[0101] ［第１０実施形態］

図３０は、本発明の第１０実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源１ｊは、質量分析装置の光イオン化源等の分析機器用光源や真空除電用光源として使用されるいわゆるキャピラリ放電管である。

[0102] この光源１ｊは、ガスを放電させて光を発生させる発光部２ｊが収容された略円筒状の発光筒部（第１の筐体）３Ａｊと、この発光筒部３Ａｊに連通すると共に発光筒部３Ａｊ内の発光部２ｊから出射される光の光軸Ｘに沿って伸びる略円筒状の導光筒部（第２の筐体）３Ｂｊとが一体的に接続されたガラス製の密封容器３ｊを備えている。より詳細には、導光筒部３Ｂｊは、光軸Ｘに沿った方向の一端側が発光筒部３Ａｊに接続されて連通しており、他端側は発光部２ｊから発生した光を外部に出射させる出射窓部４ｊによって封止されている。この出射窓部４ｊの材質は、例えば、MgF_2（フッ化マグネシウム）、ＬｉＦ（フッ化リチウム）、サファイアガラス等である。

[0103] 発光筒部３Ａｊに収容されている発光部２ｊは、陰極５ｊ、陽極６ｊ、及び陽極６ｊと陰極５ｊとの間に配置されたキャピラリ部７ｊによって構成されている。これらの陰極５ｊ及び陽極６ｊには、それぞれに開口５ａｊ及び開口６ａｊが形成されている。そして、陰極５ｊ、陽極６ｊ、及びキャピラリ部７ｊは、これらの開口５ａｊ，６ａｊの中心軸及びキャピラリ部７ｊの管軸が、発光筒部３Ａｊの管軸、すなわち、光軸Ｘと一致するように、発光筒部３Ａｊの内部に保持されている。つまり、陰極５ｊ、陽極６ｊ、及びキャピラリ部７ｊは、発光筒部３Ａｊによって互いに同軸上に配置されるように保持されている。

[0104] また、陰極５ｊは、発光筒部３Ａｊと導光筒部３Ｂｊとを隔てる位置に配置されて接続部材としての役割も有している。詳細には、陰極５ｊは、開口５ａｊが形成されて、発光筒部３Ａｊに封着された金属製のリング部材５Ａｊと、導光筒部３Ｂｊに封着された金属性のリング部材５Ｂｊとの２重構造を成している。このリング部材５Ａｊには、後述する反射筒部９ｊの端部が当接されて反射筒部９ｊの位置決めを行うための受け構造が設けられている

。ここで、リング部材５Ａｊの開口５ａｊは、発光部２ｊで発生した光を導光筒部３Ｂｊに向けて取り出すための出射口となっており、導光筒部３Ｂｊの出射窓部４ｊに対向するように設けられている。

[0105] この発光筒部３Ａｊと導光筒部３Ｂｊとが接続された密封容器３ｊ内には、水素（H_2）、キセノン（Ｘｅ）、アルゴン（Ａｒ）、クリプトン（Ｋｒ）等のガスが封入されている。そして、発光部２ｊにおいて陰極５ｊと陽極６ｊとの間に電圧が印加されると、その間に存在するガスが電離、放電され、その結果生じた電子がキャピラリ部７ｊ内に収束されてプラズマ状態にされる。これによって、キャピラリ部７ｊ内から開口５ａｊを介して導光筒部３Ｂｊ側に向けて、光軸Ｘに沿った方向に光が出射される。例えば、封入ガスとしてＫｒを、出射窓部４ｊの材料としてMgF_2を用いた場合には、１１７／１２２ｎｍの波長での発光が可能とされ、封入ガスとしてＡｒを、出射窓部４ｊの材料としてＬｉＦを用いた場合には、１０５ｎｍの波長での発光が可能とされる。

[0106] このような密封容器３ｊ内の出射窓部４ｊと、発光筒部３Ａｊと導光筒部３Ｂｊとを接続する陰極５ｊとの間には、略円筒状の反射筒部（筒状部材）９ｊが挿入固定されている。この反射筒部９ｊは、アルミニウム製の金属ブロック部材が複数組み合わされて、導光筒部３Ｂｊの内径よりも小さい外径を有する略円筒状の形状をなしている。

[0107] 図３１を参照して、この反射筒部９ｊ自体の内壁面は、反射筒部９ｊの中心軸線に沿って曲面、又は段階的に傾斜角が変化する多段面である反射面９ａｊとして形成されている。すなわち、この反射面９ａｊは、出射窓部４ｊの外側の所望の面または点に光を集光できるように、反射筒部９ｊの中心軸方向の両端がテーパー状に形成されている。より具体的には、反射筒部９ｊの長手方向の中心部から発光筒部３Ａｊ側の端部にかけて反射面９ａｊで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｊが反射筒部９ｊの中心軸、すなわち、光軸Ｘに対して傾斜して形成されている。また、反射筒部９ｊの長手方向の中心部から出射窓部４ｊ側の端部にかけて反射面９ａｊ

で囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｊが反射筒部９ｊの中心軸に対して傾斜して形成されている。ここで、反射面９ａｊは、発光部２ｊのキャピラリ部７ｊの出射口の中心に位置する発光中心C_0と反射面９ａｊの発光部２ｊ側の端部とを結ぶ線Ｌに比較して、反射面９ａｊの光軸Ｘに対する傾斜角が小さくなるように設定されている（図３０）。例えば、線Ｌの光軸Ｘに対する傾斜角が２０～６０度に対して、発光中心C_0側に最も近い段の反射面９ａｊの傾斜角が２～１５度になるように設定される。なお、反射面９ａｊのテーパー状部は、反射筒部９ｊの中心軸方向の両端ではなく、どちらか一方、例えば発光部２ｊ側（一端側）のみを前述したようなテーパー状に形成し、出射窓部４ｊ側（他端側）は反射面９ａｊを反射筒部９ｊの中心軸に対して平行に形成しても良い。

[0108] このような反射面９ａｊは、発光部２ｊによって発生した光を正反射可能な鏡面状態に加工されており、例えば、金属ブロック部材を切削加工し、その内壁に、バフ研磨、化学研磨、電解研磨、それらから派生した研磨方法による研磨、又は、それらを複合した研磨方法による研磨を施した後、洗浄処理や不純物ガス成分を除去するための真空処理等を施すことによって形成される。本実施形態においては、反射筒部９ｊは２つの部材を組み合わせて形成されており、このように複数個の金属ブロック部材で反射面９ａｊが形成される場合には、金属ブロック部材ごとの反射面９ａｊの長さと内径との比（アスペクト比）が小さくできるために、加工整形時に平坦度が出しやすくなる結果、反射面９ａｊの鏡面度が高くなる。

[0109] また、反射筒部９ｊの外壁面（側面）９ｂｊの長手方向の発光筒部３Ａｊ側（一端側）の縁部には、その外壁面９ｂｊの出射窓部４ｊ側（他端側）に向けて、反射筒部９ｊの中心軸に沿って切り欠かれた開口部９ｃｊが形成されている。詳細には、開口部９ｃｊは反射筒部９ｊの一端側の周縁に沿って等間隔に３箇所形成されており、隣接する開口部９ｃｊの間には発光部２ｊの陰極５ｊに設けられた受け構造（詳細は後述する）に嵌め込むための突出部９ｄｊが３箇所形成されている。

[0110] さらに、反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊの略全面には、高熱放射率の材料を含む熱放射膜１０ｊが形成されている。このような熱放射膜１０ｊの材料としては、酸化アルミニウム等の反射筒部９ｊの材料よりも熱放射率の高いものが用いられる。また、熱放射膜１０ｊは、例えば熱放射膜１０ｊを構成する材料を反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊ上に蒸着や塗布等によって積層することで形成されるが、特に本実施形態のように反射筒部９ｊがアルミニウムからなる場合には、反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊを酸化処理することで熱放射膜１０ｊとしての酸化アルミニウムの層を形成しても良い。

[0111] また、反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊの長手方向の他端側の周縁部には、その外壁面９ｂｊに沿って、段差状の突出部となるように円形状に切り欠かれた切り欠き部１１ｊが形成されている。この切り欠き部１１ｊは、反射筒部９ｊを密封容器３ｊ内で位置決めするために設けられる。

[0112] 図３０に戻って、このような反射筒部９ｊは、突出部９ｄｊが陰極５ｊのリング部材５Ａｊに当接した状態で導光筒部３Ｂｊにその管軸（光軸Ｘ）に沿って挿入されており、切り欠き部１１ｊと出射窓部４ｊとの間には、ばね部材１２ｊが外壁面９ｂｊに沿って取り付けられている。このばね部材１２ｊは、金属部材、例えば、耐熱性の高いステンレスやインコネル材からなる、反射筒部９ｊの位置決め用の部材である。なお、反射筒部９ｊは、その外壁面９ｂｊが導光筒部３Ｂｊの内壁面１３ｊと離間した状態でリング部材５Ａｊの受け構造に嵌め込まれている。ここで、図３２及び図３３には、リング部材５Ａｊの受け構造の一例を示す。このように、リング部材５Ａｊに開口５ａｊと同軸になるように反射筒部９ｊの外径と同じ径を有する穴５ｂｊを設けたり、リング部材５Ａｊの面上に開口５ａｊと同軸になるように反射筒部９ｊの外径と同じ内径を有する別のリング状の固定部材５ｃｊを固定したりすることができる。

[0113] このような反射筒部９ｊの位置決め構造により、反射筒部９ｊは、ばね部材１２ｊにより、光軸Ｘに沿って出射窓部４ｊ側から発光部２ｊ側に付勢され、陰極５ｊの受け構造に押し当てられる。これにより、反射筒部９ｊは、

密封容器３ｊ内の出射窓部４ｊと陰極５ｊとの間において、一端側の突出部９ｄｊが陰極５ｊのリング部材５Ａｊに当接し、かつ、他端側が導光筒部３Ｂｊに挿入されて出射窓部４ｊに接近した状態で、位置決めされる。また、反射筒部９ｊがリング部材５Ａｊの受け構造に嵌め込まれると、発光筒部３Ａｊ内に位置する反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊの端部には、反射面９ａｊに貫通する開口部９ｃｊが複数配置されることになる。

[0114] ここで、光源１ｊを組み上げる際には、陰極５ｊのリング部材５Ａｊ及びリング部材５Ｂｊを、それぞれ、発光筒部３Ａｊ及び導光筒部３Ｂｊに封着させておく。そして、反射筒部９ｊをリング部材５Ａｊの受け構造に嵌め込むと共にばね部材１２ｊを切り欠き部１１ｊに取り付けた後に、導光筒部３Ｂｊ内に反射筒部９ｊを挿入することにより、リング部材５Ａｊとリング部材５Ｂｊとを重ね合わせて真空溶接して光源１ｊを組み上げる。

[0115] 以上説明した光源１ｊによれば、発光筒部３Ａｊ内の発光部２ｊの陰極５ｊと陽極６ｊとの間で生じた放電がキャピラリ部７ｊによって絞り込まれることによって光が発生し、発光部２ｊから陰極５ｊの開口５ａｊを通過して出射された光が、発光筒部３Ａｊに連通する導光筒部３Ｂｊの出射窓部４ｊから発光部２ｊにかけて挿入された反射筒部９ｊの内部に導かれることにより、出射窓部４ｊから出射される。ここで、反射筒部９ｊの内壁面には反射面９ａｊが形成されているので、発光部２ｊから出射された光が反射筒部９ｊの内部の反射面９ａｊによって反射されつつ導光筒部３Ｂｊの一端側から他端側に導かれる結果、発光部２ｊから発せられた光を損失することなく導光筒部３Ｂｊの出射窓部４ｊまで導くことができる。併せて、反射面９ａｊの両端側はテーパー状に形成されているので、出射窓部４ｊの外部の所定位置に光を集光させることができる。さらに、出射窓部４ｊからの光の取り出し効率を向上させ、出射光の総光量及び照射面上での光量を増加させることができる。また、従来の放電管では出射窓からの光放射パターンが、その出射窓からの距離に応じて変化し、放射光の弱い抜けの部分が生じやすい傾向にあるが、光源１ｊではそのような光照射パターンの抜けの部分の発生を低

減することができる。その結果、発生した光を効率よく取り出すことができる。

[0116] 図３４は、光源１ｊにおける発光中心C_Oからの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図であり、図４３は、光源１ｊから反射筒部９ｊを取り除いた光源９０１ｊにおける発光中心C_Oからの様々な光出射方向の光成分の光路を示す図である。

[0117] 図４３が示すように、光軸Ｘに対して放射角が大きい光成分L_Aは光源９０１ｊでは全反射することなく密封容器３ｊに通過もしくは吸収されてしまう。これに対して、図３４に示すように、光源１ｊでは、このような光成分L_Aも反射面９ａｊで全反射させることにより前方照射成分として機能させるため照射光量が多くなる。さらに、発光中心C_O側の反射面９ａｊがテーパー状にされているために、反射光が発散成分となることなく出射窓部４ｊから所望位置周辺に集光させることができる。

[0118] また、光源９０１ｊでは密封容器３ｊによって反射されるが発散光となってしまう光成分L_B，L_Dに関しても、光源１ｊでは所望位置周辺に集光することができる。さらに、光源１ｊの出射窓部４ｊ側の反射面９ａｊがテーパー状にされているために、光軸Ｘに対して放射角が小さいために光源９０１ｊでは出射窓部４ｊから発散する光成分L_Cを、集光成分として利用できるとともに、光成分L_Dを所望位置周辺の適切な位置に集光することができる。その結果、反射筒部９ｊの反射面９ａｊを放射光の多くの成分を集光成分として利用可能な構造にすることができる。

[0119] なお、反射筒部９ｊの反射面９ａｊのテーパー状部分の形状を調整することで、出射窓部４ｊからの出射光を集光ではなく平行光が多い分布や、逆に拡散分布にもすることができる。

[0120] 併せて、反射筒部９ｊの一端側の外壁面９ｂｊには開口部９ｃｊが形成されているので、発光部２ｊで生じたスパッタ物を反射筒部９ｊの外部に放出することができ、反射筒部９ｊの反射面９ａｊや低温度部の出射窓部４ｊへのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、長寿命化を図りつ

つ、出射窓部４ｊにおける光の透過率を向上させることができる。なお、この開口部９ｃｊは発光筒部３Ａｊに近く位置しているので、発光筒部３Ａｊで生じたスパッタ物が発光筒部３Ａｊの近くに放出されて捕捉されやすい。その結果、出射窓部４ｊへのスパッタ物の飛散をさらに抑制することができ、寿命がより長くなる。

[0121] また、反射筒部９ｊ自体をアルミニウム製の金属ブロック部材等の金属部材で構成することで、鏡面度の高い反射面の加工が容易になるので、発生した光を効果的に集光することができる。さらに、例えば反射筒部９ｊの内部に金属等からなる反射膜を形成した場合と異なり、温度上昇と低下を繰り返す際の、構成材料の膨張係数の違いから発生する反射面９ａｊの剥離または脱落等による性能劣化や異物発生を抑制することができ、長寿命化を実現することができる。

[0122] さらに、反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊと導光筒部３Ｂｊの内壁面１３ｊとは離間しており、反射筒部９ｊの軸方向長さが導光筒部３Ｂｊの軸方向長さよりも短いので、反射筒部９ｊと導光筒部３Ｂｊとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９ｊ、導光筒部３Ｂｊ、ガラスや窓材等の破損を防止することができる。

[0123] また、反射筒部９ｊは、金属部材からなる位置決め部材であるばね部材１２ｊによって付勢されて陰極５ｊの受け構造に嵌め込まれることによって密封容器３ｊ内で位置決めされているので、発光部２ｊのキャピラリ部７ｊに対する反射筒部９ｊの位置及び軸合せを容易にし、位置精度を向上させて、出射窓部４ｊからの光の取り出し効率を保つことができる。さらに、ばね部材１２ｊにより陰極５ｊに押圧する構造を採用することで、密封容器３ｊに対して反射筒部９ｊを安定して固定することができると共に、反射筒部９ｊの中心軸方向に沿った熱膨張が発生してもばね部材１２ｊによって発光筒部３Ａｊに対する位置ずれを吸収することができる。ここで、放電管の封じの際に導光筒部３Ｂｊとキャピラリ部７ｊとの位置や角度の関係をそろえ放射光分布を調整することも考えられるが、この場合は出射窓部４ｊとキャピラ

リ部７ｊの奥行き位置が大きく異なるために位置調整が難しい。本実施形態では、反射筒部９ｊを導入することで、導光筒部３Ｂｊと反射筒部９ｊとの位置関係が安定して決定され、反射筒部９ｊと陰極５ｊとを合わせることで反射筒部９ｊとキャピラリ部７ｊとの位置や角度の関係も合わされる。従って、導光筒部３Ｂｊと発光中心との位置関係が精度良く合わされる。

[0124] さらに、反射筒部９ｊの外壁面９ｂｊの略全面に熱放射膜１０ｊが形成されることにより、反射筒部９ｊの内面に周辺や封入ガスよりも低温の領域を形成することができ、その領域に発光筒部３Ａｊからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｊへの拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。

[0125] また、このような光源１ｊを光イオン化源としてガスクロマトグラフ質量分析装置（ＧＣ/ＭＳ）や液体クロマトグラフ質量分析装置（ＬＣ/ＭＳ）といった質量分析装置（ＭＳ）に使用することで、高感度化、窓材の汚染抑制、そして、良好な時間応答特性を実現することが可能となる。まず、照射面の光量を飛躍的に増加できることで試料との接触確率を向上でき、従来の光イオン化源と比べ感度を大幅（１０倍近く）に向上できる。また、各種ＭＳに適した集光性を実現する事が可能となり、次のような点から測定感度が高められる。すなわち、ＭＳの場合、イオン化室においてイオンを弁別部へ導入する為の電界分布が有効な部分に集中照射可能である。また、ＧＣ/ＭＳの場合、イオン化室の数ｍｍ程度の開口から光を有効に集中導入可能である。また、ＬＣ/ＭＳの場合、イオンを弁別部に導入するアパーチャー近辺に集光しイオン密度を高めることが可能であり、試料の噴出し口から光イオン化源の窓部を遠ざけ窓部の汚染の抑制できると共に、従来より集光性が高められるためイオン化源から遠ざけても感度が劣化しない。つまり、試料の高密度部に高密度の光を当ててイオン化効率を高められて高感度化が実現され、試料の噴出し口から光イオン化源の窓部を遠ざけることで窓部の汚染を抑制することができ、試料の噴出し口に集光することで応答速度を速くすることができる。

[0126] ［第１１実施形態］

図３５は、本発明の第１１実施形態に係る光源の構成を示す断面図、図３６（ａ）は、図３５の反射筒部の側面図、図３６（ｂ）は、図３５の反射筒部の端面図である。同図に示す光源１０１ｊは、反射筒部１０９ｊの位置決め構造等が第１０実施形態のものと異なる。

[0127] すなわち、光源１０１ｊに内蔵される反射筒部１０９ｊには、その外壁面１０９ｂｊの出射窓部４ｊ側の端部において、位置決め部材としての金属バンド１１２ｊが固定されている。この金属バンド１１２ｊには、バネ性を有する複数の爪部１１２ａｊが反射筒部１０９ｊの外周に沿って形成されており、金属バンド１１２ｊは、その端部が重ね溶接されることにより外壁面１０９ｂｊ上に固定されている。この金属バンド１１２ｊは、爪部１１２ａｊに対して反射筒部１０９ｊの中心軸に沿ったばね力を付与し、爪部１１２ａｊ自体も反射筒部１０９ｊの中心軸に垂直な方向にばね力を有する。このような金属バンドが１１２ｊ固定された反射筒部１０９ｊは、導光筒部３Ｂｊの内壁面１３ｊに沿って密封容器３ｊ内に挿入され、金属バンド１１２ｊを除く外壁面１０９ｂｊが内壁面１３ｊと離間するように固定されている。

[0128] このような構造により、反射筒部１０９ｊは、金属バンド１１２ｊの爪部１１２ａｊの光軸Ｘに沿ったばね力により、その端部に形成された突出部１０９ｄｊが陰極５ｊのリング部材５Ａｊに押し当てられ、密封容器３ｊ内で光軸Ｘに沿った方向に位置決めされる。それとともに、反射筒部１０９ｊは、金属バンド１１２ｊの爪部１１２ａｊの光軸Ｘに垂直な方向のばね力により、その外壁面１０９ｂｊと導光筒部３Ｂｊの内壁面１３ｊとが一定距離を保って離間された状態で光軸Ｘの垂直な方向にも位置決めされる。また、反射筒部１０９ｊの金属バンド１１２ｊ装着部に、同バンド幅に合わせた溝を形成する事で、導光筒部３Ｂｊの内径を大きくする事なく、金属バンド１１２ｊから導光筒部３Ｂｊの内壁面１３ｊへの距離を大きく取れ、爪部１１２ａｊの角度を大きくする事が可能となり、バネ力を強める事ができる。

[0129] このような光源１０１ｊによっても、反射筒部１０９ｊと導光筒部３Ｂｊ

との熱膨張率の違いにより、反射筒部１０９ｊの位置ずれや反射筒部１０９ｊまたは導光筒部３Ｂｊの破損を防止することができる。また、反射筒部１０９ｊは、位置決め部材である金属バンド１１２ｊによって付勢されて陰極５ｊの受け構造に嵌め込まれることによって密封容器３ｊ内で位置決めされているので、発光部２ｊのキャピラリ部７ｊに対する反射筒部９ｊの位置及び軸合せを容易にし、位置精度を向上させて、出射窓部４ｊからの光の取り出し効率を保つことができる。特に、本実施形態では、反射筒部９ｊと導光筒部３Ｂｊとの同軸性を安定して維持することができる。

[0130] また、反射面９ａｊの両端側はテーパー状に形成されているので、出射窓部４ｊの外部の所定位置に光を集光させるようにして出射窓部４ｊから光を効率よく取り出すことができ、出射光の照射面上での光量をアップさせることができる。また、熱放射膜１０ｊが、反射筒部１０９ｊの外壁面１０９ｂｊの一端側の一部に形成されているので、発光部２ｊに近接する反射筒部９ｊの内側に周辺や封入ガスよりも低温の部分を形成することができ、その部分に発光筒部３Ａｊからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｊへの拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。

[0131] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。例えば、反射筒部９ｊ，１０９ｊには、金属部材の内壁を研磨加工することにより反射面９ａｊ，１０９ａｊが形成されていたが、反射面を蒸着やスパッタにより成膜してもよい。詳細には、アルミニウム等の金属部材、又はガラス、セラミック等の部材に切削加工や成型加工を施して下地を作製し、その下地に必要に応じて研磨加工を施した後、下地の鏡面にアルミニウム、ロジウム、誘電体多層膜等を蒸着やスパッタすることにより反射面を形成することができる。また、反射筒部９ｊ，１０９ｊは複数の金属ブロック部材から形成されていたが、一体形成されても良い。

[0132] また、上述した実施形態では、反射筒部９ｊ，１０９ｊを陰極５ｊの受け構造に押し当てることにより固定していたが、レーザ溶接やスポット溶接等により受け構造に直接固定しても良い。このとき、反射筒部を直接固定用部

材に溶接することが困難な場合は、溶接可能な構造体を反射筒部に嵌合等で固定し、当該構造体と固定部材とを溶接することで固定しても良い。なお、レーザ溶接の場合は、発光筒部３Ａｊのガラス部材越しに溶接を行うことも可能である。

[0133] 例えば、図３７及び図３８には、反射筒部９ｊがレーザ溶接やスポット溶接によって陰極５ｊの受け構造に固定された構造を示している。詳細には、アルミニウムからなる反射筒部９ｊの本体部の一端側に突出部９ｄｊを備えたステンレスからなる筒状部材を圧入等で固定し、その筒状部材と陰極５ｊの穴５ｂｊや固定部材５ｃｊとの接触部分をレーザ溶接やスポット溶接によって溶融し互いに固着する。

[0134] また、反射筒部９ｊの先端に固定する溶接用の構造体としては、様々な形状のものを採用することができる。

[0135] 例えば、図３９及び図４０に示す本発明の変形例にかかる反射筒部２０９ｊ，３０９ｊのように、開口部２０９ｃｊ，３０９ｃｊ及び突出部２０９ｄｊ，３０９ｄｊが形成されたステンレス製の構造体２１５ｊ，３１５ｊを反射筒部２０９ｊ，３０９ｊの本体部に圧入および固定し、これと陰極５ｊの受け構造とを溶着することができる。また、図４１及び図４２に示すように、反射筒部９ｊに開口部がない場合には、同じく開口部のないステンレスからなる端部リング１４ｊのみを圧入し、その端部リング１４ｊと陰極５ｊの穴５ｂｊや固定部材５ｃｊとの接触部分を溶接し固定する。

[0136] 上述したような陰極５ｊと受け構造とを溶着する固定方法の代わりに、受け構造と反射筒部を直接タップ加工して両者をねじ止めしたり、受け構造の外周方向にタップ加工してねじで固定する等の方法を採ってもよい。

[0137] また、光源１ｊ，１０１ｊでは、反射筒部９ｊ，１０９ｊの外壁面９ｂｊ，１０９ｂｊの一部又は全体に熱放射膜１０ｊが形成されているが、逆に、外壁面９ｂｊ，１０９ｂｊの他端側に、反射筒部９ｊ，１０９ｊの素材よりも熱放射率の低い材料を形成してもよい。これにより、相対的に一端側の放熱性が向上し、熱放射膜１０ｊと同様の効果が期待できる。また、反射筒部

９ｊ，１０９ｊの一端側を構成する金属ブロック部材の材料を、他端側を構成する金属ブロック部材の材料よりも熱放射率の大きい材料で構成しても良い。

[0138] ［第１２実施形態］

図４４は、本発明の第１２実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源１ｋは、質量分析装置の光イオン化源等の分析機器用光源や真空除電用光源として使用されるいわゆる重水素ランプである。

[0139] この光源１ｋは、重水素ガスを放電させて光を発生させる発光部２ｋが収容された略円筒状の発光筒部（第１の筐体）３Ａｋと、この発光筒部３Ａｋに連通すると共に発光筒部３Ａｋの側壁から発光部２ｋの発生させる光の光軸Ｘに沿って突出する略円筒状の導光筒部（第２の筐体）３Ｂｋとが一体的に接続されたガラス製の密封容器３ｋを備えている。この密封容器３ｋには、重水素ガスが数百Ｐａ程度封入されている。より詳細には、導光筒部３Ｂｋは、光軸Ｘに沿った方向の一端側が発光筒部３Ａｋに一体化されて連通しており、他端側は発光部２ｋから発生した光を外部に出射させる出射窓部４ｋによって封止されている。この出射窓部４ｋの材質は、例えば、MgF_2（フッ化マグネシウム）、ＬｉＦ（フッ化リチウム）、石英ガラス、サファイアガラス等である。

[0140] 発光筒部３Ａｋに収容されている発光部２ｋは、陰極部５ｋ、陽極部６ｋ、陽極部６ｋと陰極部５ｋとの間に配置された中心部にアパーチャーが形成された放電路制限部７ｋ、及びこれらを取り囲んで配置する収容ケース８ｋによって構成されている。この収容ケース８ｋの導光筒部３Ｂｋ側の面には、発光部２ｋで発生した光を取り出すための矩形状の光通過口８ａｋが、導光筒部３Ｂｋの出射窓部４ｋに対向するように形成されると共に、この光通過口８ａｋを取り囲むように導光筒部３Ｂｋの側壁に沿って円形状に延びる壁部からなる固定リング８ｂｋが固定されている。このような発光部２ｋは、陰極部５ｋと陽極部６ｋとの間に電圧が印加されると、その間に存在する重水素ガスを電離、放電させて形成したプラズマ状態を放電路制限部７ｋに

よって絞り込んで高密度のプラズマ状態にすることによって発生した光（紫外光）を、収容ケース８ｋの光通過口８ａｋから光軸Ｘに沿った方向に向けて出射させる。

[0141] なお、上記の発光部２ｋは、発光筒部３Ａｋの端面に設けられたステム部に立設されたステムピン（図示せず）によって、発光筒部３Ａｋ内に保持されている。すなわち、この光源１ｋは、光軸Ｘが発光筒部３Ａｋの管軸に対して交差するサイドオン型の光源である。

[0142] このような密封容器３ｋ内の出射窓部４ｋと、発光筒部３Ａｋと導光筒部３Ｂｋとを接続する部位との間には、略円筒状の反射筒部（筒状部材）９ｋが挿入固定されている。この反射筒部９ｋは、図４５に示すように、アルミニウム製の金属ブロック部材が複数組み合わされて、導光筒部３Ｂｋの内径よりも小さい外径を有する略円筒状の形状をなしている。

[0143] また、反射筒部９ｋ自体の内壁面は、反射筒部９ｋの中心軸線に沿って曲面、又は段階的に傾斜角が変化する多段面である反射面９ａｋとして形成されている。すなわち、この反射面９ａｋは、出射窓部４ｋの外側の所望の面または点に光を集光できるように、反射筒部９ｋの中心軸方向の両端がテーパー状に形成されている。より具体的には、反射筒部９ｋの長手方向の中心部から発光筒部３Ａｋ側の端部にかけて反射面９ａｋで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｋが反射筒部９ｋの中心軸、すなわち、光軸Ｘに対して傾斜して形成されている。また、反射筒部９ｋの長手方向の中心部から出射窓部４ｋ側の端部にかけて反射面９ａｋで囲まれる空間の径が徐々に小さくなるように、反射面９ａｋが反射筒部９ｋの中心軸に対して傾斜して形成されている。なお、反射面９ａｋのテーパー状部は、反射筒部９ｋの中心軸方向の両端ではなく、どちらか一方、例えば発光部２ｋ側（一端側）のみを前述したようなテーパー状に形成し、出射窓部４ｋ側（他端側）は反射面９ａｋを反射筒部９ｋの中心軸に対して平行に形成しても良い。この反射面９ａｋは、所望の面または点に光を集光したり発散したりできるように設定されている。このような反射面９ａｋは、発光部２ｋによって

発生した光を正反射可能な鏡面状態に加工されており、例えば、金属ブロック部材を切削加工し、その内壁に、バフ研磨、化学研磨、電解研磨、それらから派生した研磨方法による研磨、又は、それらを複合した研磨方法による研磨を施した後、洗浄処理や不純物ガス成分を除去するための真空処理等を施すことによって形成される。本実施形態においては、反射筒部９ｋは２つの部材を組み合わせて形成されており、このように複数個の金属ブロック部材で反射面９ａｋが形成される場合には、金属ブロック部材ごとの長さと内径との比（アスペクト比）が小さくできるために、加工整形時に平坦度が出しやすくなる結果、反射面９ａｋの鏡面度が高くなる。

[0144] また、反射筒部９ｋの外壁面（側面）９ｂｋの長手方向の一端側の縁部には、その外壁面９ｂｋの他端側に向けて、反射筒部９ｋの中心軸に沿って切り欠かれた開口部９ｃｋが形成されている。このように切り欠きによって開口部９ｃｋを設けるので、開口部の加工が容易である。また、詳細には、開口部９ｃｋは反射筒部９ｋの一端側の周縁に沿って等間隔に３箇所形成されており、隣接する開口部９ｃｋの間には発光部２ｋの固定リング８ｂｋに嵌め込むための突出部９ｄｋが３箇所形成されている。このように開口部９ｃｋを等間隔に形成する結果、突出部９ｄｋも等間隔に設けられるため、突出部９ｄｋ自体の強度、及び固定時の強度も確保することができる。

[0145] さらに、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋの略全面には、高熱放射率の材料を含む熱放射膜１０ｋが形成されている。このような熱放射膜１０ｋの材料としては、酸化アルミニウム等の反射筒部９ｋの材料よりも熱放射率の高いものが用いられる。また、熱放射膜１０ｋは、例えば熱放射膜１０ｋを構成する材料を反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋ上に蒸着や塗布等によって積層することで形成されるが、特に本実施形態のように反射筒部９ｋがアルミニウムからなる場合には、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋを酸化処理することで熱放射膜１０ｋとしての酸化アルミニウムの層を形成しても良い。

[0146] また、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋの長手方向の他端側の周縁部には、その外壁面９ｂｋに沿って、段差状の突出部となるように円形状に切り欠かれ

た切り欠き部１１ｋが形成されている。この切り欠き部１１ｋは、反射筒部９ｋを密封容器３ｋ内で位置決めするために設けられる。

[0147] このような反射筒部９ｋは、突出部９ｄｋが発光部２ｋの収容ケース８ｋに当接するまで、開口部９ｃｋが形成された一端側の縁部から、導光筒部３Ｂｋの管軸（光軸Ｘ）に沿って挿入されると共に、切り欠き部１１ｋにばね部材１２ｋが外壁面９ｂｋに沿って取り付けられた後に、導光筒部３Ｂｋの他端側が出射窓部４ｋによって封止される（図４４及び図４６）。このとき、反射筒部９ｋは、その外壁面９ｂｋが導光筒部３Ｂｋの内壁面１３ｋと離間した状態で収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋの内側に嵌め込まれる（図４６）。このばね部材１２ｋは、金属部材、例えば耐熱性の高いステンレスやインコネル材からなる、反射筒部９ｋの位置決め用の部材であり、切り欠き部１１ｋと出射窓部４ｋとの間に配置されて、反射筒部９ｋを、光軸Ｘに沿って出射窓部４ｋ側から発光部２ｋ側に付勢することにより、収容ケース８ｋに押し当てる機能を有する。これにより、反射筒部９ｋは、密封容器３ｋ内の出射窓部４ｋと発光部２ｋとの間において、一端側の突出部９ｄｋが発光部２ｋの収容ケース８ｋに当接し、かつ、他端側が導光筒部３Ｂｋに挿入されて出射窓部４ｋに接近した状態で、位置決めされる。また、収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋには、反射筒部９ｋの開口部９ｃｋに対応する位置に開口８ｃｋが形成されており、反射筒部９ｋが収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋに嵌め込まれると、発光筒部３Ａｋ内に位置する反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋの端部には、反射面９ａｋに貫通する開口部９ｃｋが開口８ｃｋを介して発光筒部３Ａｋの内部空間と連通した状態で複数配置されることになる。

[0148] 以上説明した光源１ｋによれば、発光筒部３Ａｋの発光部２ｋから発せられた光が、発光筒部３Ａｋに連通する導光筒部３Ｂｋから発光部２ｋにかけて挿入された反射筒部９ｋの内部に導かれることにより、導光筒部３Ｂｋに設けられた出射窓部４ｋから出射される。ここで、反射筒部９ｋの内壁面には反射面９ａｋが形成されているので、発光部２ｋから出射された光が反射

筒部９ｋの内部の反射面９ａｋによって反射されつつ導光筒部３Ｂｋの一端側から他端側に導かれる結果、発光部２ｋから発せられた光を損失することなく導光筒部３Ｂｋの出射窓部４ｋまで導くことができる。このとき、反射面９ａｋの傾斜角を適切に設定することで、出射窓部４ｋの外部における出射光の分布を平行光、発散光、及び収束光にすることもでき、所定の照射面での光強度の均一性を高めることもできる。それに併せて、出射窓部４ｋからの光の取り出し効率を向上させ、出射光の総光量及び照射面上での光量を増加させることができる。また、従来の重水素ランプでは出射窓からの光放射パターンが、その出射窓からの距離に応じて変化し、放射光の弱い抜けの部分が生じやすい傾向にあるが、光源１ｋではそのような光照射パターンの抜けの部分の発生を低減することができる。

[0149] 併せて、反射筒部９ｋの一端側の外壁面９ｂｋ（側面）には開口部９ｃｋが形成され、固定リング８ｂｋの対応した位置にも開口８ｃｋが形成されているので、発光部２ｋで生じたスパッタ物を反射筒部９ｋの外部に放出することができ、反射筒部９ｋの反射面９ａｋや低温度部の出射窓部４ｋへのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、長寿命化を図りつつ、出射窓部４ｋにおける光の透過率を向上させることができる。なお、この開口部９ｃｋは発光筒部３Ａｋ内に位置しているので、発光部２ｋで生じたスパッタ物が発光筒部３Ａｋ内に放出されて発光筒部３Ａｋ内に捕捉されやすい。その結果、出射窓部４ｋへのスパッタ物の飛散をさらに抑制することができ、寿命がより長くなる。

[0150] また、反射筒部９ｋ自体をアルミニウム製の金属ブロック部材等の金属部材で構成することで、鏡面度の高い反射面の加工が容易になるので、発生した光を効果的に集光することができる。さらに、例えば反射筒部９ｋの内部に金属等からなる反射膜を形成した場合と異なり、温度上昇と低下を繰り返す際の、構成材料の膨張係数の違いから発生する反射面９ａｋの剥離または脱落等による性能劣化や異物発生を抑制することができ、長寿命化を実現することができる。加えて、発生する紫外光が透過することなく、また、紫外

光によって劣化することもないので、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0151] さらに、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋと、導光筒部３Ｂｋの内壁面１３ｋとは離間しているので、反射筒部９ｋと導光筒部３Ｂｋとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９ｋの位置ずれや反射筒部９ｋまたは導光筒部３Ｂｋの破損を防止することができる。

[0152] また、反射筒部９ｋは、金属部材からなる位置決め部材であるばね部材１２ｋによって付勢されて収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋに嵌め込まれることによって密封容器３ｋ内で位置決めされているので、発生する紫外光によって劣化することなく、密封容器３ｋに対する反射筒部９ｋの位置を安定化して、出射窓部４ｋからの光の取り出し効率を保つことができる。ここで、ばね部材１２ｋにより収容ケース８ｋに押圧する構造を採用することで、密封容器３ｋに対して反射筒部９ｋを安定して固定することができると共に、反射筒部９ｋの中心軸方向に沿った熱膨張が発生してもばね部材１２ｋによって発光筒部３Ａｋに対する位置ずれを吸収することができる。

[0153] さらに、図４５に示すように、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋの略全面に熱放射膜１０ｋが形成されることにより、反射筒部９ｋの内面に周辺や封入ガスよりも低温の領域を形成することができ、その領域に発光筒部３Ａｋからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｋへの拡散や付着及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。

[0154] また、このような光源１ｋを光イオン化源としてガスクロマトグラフ質量分析装置（ＧＣ/ＭＳ）や液体クロマトグラフ質量分析装置（ＬＣ/ＭＳ）といった質量分析装置（ＭＳ）に使用することで、高感度化、窓材の汚染抑制、そして、良好な時間応答特性を実現することが可能となる。まず、照射面の光量を飛躍的に増加できることで試料との接触確率を向上でき、従来の光イオン化源と比べ感度を大幅（１０倍近く）に向上できる。また、各種ＭＳに適した集光性を実現する事が可能となり、次のような点から測定感度が高められる。すなわち、ＭＳの場合、イオン化室においてイオンを弁別部へ導

入する為の電界分布が有効な部分に集中照射可能である。また、ＧＣ/ＭＳの場合、イオン化室の数ｍｍ程度の開口から光を有効に集中導入可能である。また、ＬＣ/ＭＳの場合、イオンを弁別部に導入するアパーチャー近辺に集光しイオン密度を高めることが可能であり、試料の噴出し口から光イオン化源の窓部を遠ざけ窓部の汚染の抑制できると共に、従来より集光性が高められるためイオン化源から遠ざけても感度が劣化しない。つまり、試料の高密度部に高密度の光を当てることでイオン化効率を高められて高感度化が実現され、試料の噴出し口から光イオン化源の窓部を遠ざけることで窓部の汚染を抑制することができ、試料の噴出し口に集光することで応答速度を速くすることができる。

[0155] ［第１３実施形態］

図４７は、本発明の第１３実施形態に係る光源の構成を示す断面図、図４８（ａ）は、図４７の反射筒部の側面図、図４８（ｂ）は、図４７の反射筒部の端面図である。同図に示す光源１０１ｋは、反射筒部１０９ｋの位置決め構造等が第１２実施形態のものと異なる。

[0156] すなわち、光源１０１ｋに内蔵される反射筒部１０９ｋには、その外壁面１０９ｂｋの出射窓部４ｋ側の端部において、位置決め部材としての金属バンド１１２ｋが固定されている。この金属バンド１１２ｋには、バネ性を有する複数の爪部１１２ａｋが反射筒部１０９ｋの外周に沿って形成されており、金属バンド１１２ｋは、その端部が重ね溶接されることにより外壁面１０９ｂｋ上に固定されている。このような反射筒部１０９ｋは、導光筒部３Ｂｋの内壁面１３ｋに沿って密封容器３ｋ内に挿入され、金属バンド１１２ｋを除く外壁面１０９ｂｋが内壁面１３ｋと離間するように固定される。このような構造により、反射筒部１０９ｋは、金属バンド１１２ｋの爪部１１２ａｋのバネ力により、その端部に形成された突出部１０９ｄｋが収容ケース８ｋに溶接された平板状の固定リング８ｂｋの開口部に嵌め込まれた状態で収容ケース８ｋに押し当てられ、密封容器３ｋ内で光軸Ｘに沿った方向に位置決めされる。それとともに、反射筒部１０９ｋは、金属バンド１１２ｋ

の爪部１１２ａｋにより、その外壁面１０９ｂｋと導光筒部３Ｂｋの内壁面１３ｋとが一定距離を保って離間された状態で光軸Ｘの垂直な方向にも位置決めされる。また、反射筒１０９ｋの金属バンド１１２ｋ装着部に、同バンドの幅に合わせた溝を形成する事で、導光筒部３Ｂｋの内径を大きくする事なく、金属バンド１１２ｋから導光筒部３Ｂｋの内壁面１３ｋへの距離を大きく取れ、爪部１１２ａｋの角度を大きくする事が可能となり、爪部１１２ａｋのバネ力を強める事ができる。

[0157] このような光源１０１ｋによっても、反射筒部１０９ｋと導光筒部３Ｂｋとの熱膨張率の違いにより、反射筒部１０９ｋの位置ずれや反射筒部１０９ｋまたは導光筒部３Ｂｋの破損を防止することができる。また、反射筒部１０９ｋは、位置決め部材である金属バンド１１２ｋによって付勢されて収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋに嵌め込まれることによって密封容器３ｋ内で位置決めされているので、密封容器３ｋに対する反射筒部１０９ｋの位置を安定化して、出射窓部４ｋからの光の取り出し効率を保つことができる。

[0158] さらに、反射筒部１０９ｋの一端側の外壁面１０９ｂｋ（側面）には開口部１０９ｃｋが形成され、固定リング８ｂｋに塞がれることなく開口が露出されているので、発光筒部３Ａｋで生じたスパッタ物を反射筒部１０９ｋの外部に放出することができ、反射筒部１０９ｋの反射面１０９ａｋや低温度部の出射窓部４ｋへのスパッタ物の付着を抑制することができる。

[0159] ［第１４実施形態］

図４９は、本発明の第１４実施形態に係る光源の構成を示す断面図である。同図に示す光源２０１ｋは、本発明をキャピラリ放電管に適用した場合の例である。

[0160] 光源２０１ｋは、発光筒部２０３Ａｋと導光筒部２０３Ｂｋとが接続されたガラス製の密封容器２０３ｋを備えている。この発光筒部２０３Ａｋには、陰極部２０５ｋ、陽極部２０６ｋ、及び陽極部２０６ｋと陰極部２０５ｋとの間に配置されたキャピラリ２０７ｋによって構成された発光部２０２ｋが収容されている。そして、密封容器２０３ｋ内には水素（H_2）、キセノン

（Ｘｅ）、アルゴン（Ａｒ）、クリプトン（Ｋｒ）等のガスが封入されている。このような発光部２０２ｋは、陰極部２０５ｋと陽極部２０６ｋとの間に電圧が印加されると、その間に存在するガスを電離、放電させ、電子をキャピラリ２０７ｋ内に収束させてプラズマ状態にすることによって、光軸Ｘに沿って導光筒部２０３Ｂｋ側に向けて光を出射させる。例えば、封入ガスとしてＫｒを、出射窓部４ｋの材料としてMgF_2を用いた場合には、１１７／１２２ｎｍの波長での発光が可能とされ、封入ガスとしてＡｒを、出射窓部４ｋの材料としてＬｉＦを用いた場合には、１０５ｎｍの波長での発光が可能とされる。

[0161] この陰極部２０５ｋは、発光筒部２０３Ａｋと導光筒部２０３Ｂｋとを隔てる部位に配置された接続部材としての役割も有する。詳細には、陰極部２０５ｋは、導光筒部２０３Ｂｋの出射窓部４ｋに対向するように形成された、反射筒部９ｋの位置決め用に反射筒部９ｋの外径形状に合わせた寸法の窪みを設けた固定リング２０５Ａｋと、導光筒部２０３Ｂｋに封着され、固定リング２０５Ａｋと合わせて真空保持可能に接合するための封着リング２０５Ｂｋとの２重構造を成している。なお、陰極部２０５ｋに対して別途反射筒部９ｋの位置決め用の部材を取り付けても良い。

[0162] このような光源２０１ｋの密封容器２０３ｋへの反射筒部９ｋの組み込み時には、陰極部２０５ｋの固定リング部材２０５Ａｋ及び封着リング２０５Ｂｋを、それぞれ、発光筒部２０３Ａｋ及び導光筒部２０３Ｂｋに接合しておく。そして、反射筒部９ｋを固定リング２０５Ａｋの内側に嵌め込むようにしながら、導光筒部２０３Ｂｋの内壁面と離間するように挿入した後に、固定リング部材２０５Ａｋ及び封着リング２０５Ｂｋを重ね合わせて真空保持可能に接合して組み上げる。なお、反射筒部９ｋを陰極部２０５ｋに溶接し固定した後に、導光筒部２０３Ｂｋを陰極部２０５ｋに真空保持可能に接合することで組み上げても良い。

[0163] このような光源２０１ｋによっても、反射筒部９ｋと導光筒部２０３Ｂｋとの熱膨張率の違いにより、反射筒部９ｋの位置ずれや反射筒部９ｋまたは

導光筒部２０３Ｂｋの破損を防止することができる。また、反射筒部９ｋは、位置決め部材であるばね部材１２ｋによって付勢されて陰極部２０５ｋの固定リング２０５Ａｋに嵌め込まれることによって密封容器２０３ｋ内で位置決めされているので、密封容器２０３ｋに対する反射筒部９ｋの位置を安定化して、出射窓部４ｋからの光の取り出し効率を保つことができる。

[0164] さらに、反射筒部９ｋの一端側には開口部９ｃｋが形成されているので、発光筒部２０３Ａｋで生じたスパッタ物を反射筒部９ｋの外部に放出することができ、反射筒部９ｋの反射面９ａｋや低温度部の出射窓部４ｋへのスパッタ物の付着を抑制することができる。

[0165] また、反射筒部９ｋの外壁面９ｂｋの長手方向の一端側に熱放射膜１０ｋが形成されることにより、発光部２０２ｋに近接する反射筒部９ｋの内側に周辺や封入ガスよりも低温の部分を形成することができ、その部分に発光筒部２０３Ａｋからのスパッタ物等の異物を捕捉して、異物の出射窓部４ｋへの拡散及びそれに伴う光透過率の低下を抑制することができる。特に、発光筒部２０３Ａｋに近い外壁面９ｂｋの一部に熱放射膜１０ｋを形成することにより、外壁面９ｂｋの一端側の熱放射率が外壁面９ｂｋの他端側の熱放射率よりも大きくなる結果、発光筒部２０３Ａｋに近い側、つまり出射窓部４ｋから遠い位置にスパッタ物が付着しやすくなるため、出射窓部４ｋの汚染がより低減される。

[0166] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。例えば、反射筒部９ｋ，１０９ｋには、金属部材の内壁を研磨加工することにより反射面９ａｋ，１０９ａｋが形成されていたが、反射面を蒸着やスパッタにより成膜してもよい。詳細には、アルミニウム等の金属部材、又はガラス、セラミック等の部材に切削加工や成型加工を施して下地を作製し、その下地に必要に応じて研磨加工を施した後、下地の鏡面にアルミニウム、ロジウム、誘電体多層膜等を蒸着やスパッタすることにより反射面を形成することができる。また、反射筒部９ｋ，１０９ｋは複数の金属ブロック部材から形成されていたが、一体形成されても良い。

[0167] また、反射筒部９ｋ，１０９ｋの開口部９ｃｋ，１０９ｃｋ及び突出部９ｄｋ，１０９ｄｋの形状としては、様々な形状を採用することができる。例えば、図５０に示す本発明の変形例にかかる反射筒部２０９ｋのように、外壁面９ｂｋの一端側の周縁に沿って２箇所の開口部２０９ｃｋが形成され、その２箇所の開口部９ｃｋを挟むように２箇所の突出部２０９ｄｋが形成されていてもよい。

[0168] また、上述した実施形態では、反射筒部９ｋ，１０９ｋを発光筒部３Ａｋ，２０３Ａｋ側に設けられた固定用の部材に押し当てることにより固定していたが、レーザ溶接やスポット溶接等により固定用の部材に直接固定しても良い。このとき、反射筒部を直接固定用部材に溶接することが困難な場合は、溶接可能な構造体を反射筒部に嵌合等で固定し、当該構造体と固定部材とを溶接することで固定しても良い。なお、レーザ溶接の場合は、発光筒部３Ａｋ，２０３Ａｋのガラス部材越しに溶接を行うことも可能である。

[0169] 図５１には、本発明の変形例である光源３０１ｋとして、２つの異なる材料からなる金属ブロック部材からなる反射筒部３０９ｋがレーザ溶接やスポット溶接によって発光部２ｋの収容ケース８ｋに固定された構造を示している。詳細には、アルミニウムからなる反射筒部３０９ｋの本体部の発光部２ｋ側の端部に開口部３０９Ｃｋを有するステンレス製の固定部を圧入および固定し、その固定部と収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋとの接触部分をレーザ溶接やスポット溶接によって溶接し固定する。同図に示す光源３０１ｋでは、導光筒部３０３Ｂｋを短くされているが、反射筒部３０９ｋをそれに合わせて設計することで出射光の分布を平行光や拡散光にもすることができると共に、照射面上での光強度の均一性を高めることもできる。また、光源３０１ｋのように、反射筒部３０９ｋの突出部３０９ｄｋを、荷電粒子の流れを阻害しない範囲で放電路制限部７ｋに近くなるように、収容ケース８ｋ内に伸ばして配置させてもよい。これにより、反射筒部３０９ｋによるスパッタ物の捕捉を、発光部２ｋの内部から行うことができ、低温度部の出射窓部４ｋへのスパッタ物の付着をより抑制することができる。さらに、反射筒

部３０９ｋの突出部３０９ｄｋを含む固定部の内壁面を反射面となるように形成すると、発光部２ｋから発せられた光を損失することなく出射窓部４ｋまで導くことができる。

[0170] また、反射筒部３０９ｋの一端側に固定する溶接用の構造体としては、様々な形状のものを採用することができる。

[0171] 例えば、図５２及び図５３には、図５１の反射筒部３０９ｋを構成する金属ブロック部材のうち、収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋと溶接固定される固定部としての金属ブロック部材のみを、本発明の変形例として示す。これらの図に示す反射筒部４０９ｋ，５０９ｋのように、反射筒部９ｋの開口部９ｃｋ、突出部９ｄｋと同様に形成された開口部４０９ｃｋ、及び突出部４０９ｄｋを有するステンレス製の固定部４１５ｋや、反射筒部２０９ｋの開口部２０９ｃｋ、突出部２０９ｄｋと同様に形成された開口部５０９ｃｋ及び突出部５０９ｄｋを有するステンレス製の固定部５１５ｋを、反射筒部４０９ｋの本体部に圧入および固定し、これと収容ケース８ｋの固定リング８ｂｋとを溶接することができる。

[0172] また、図５４及び図５５に示すように、反射筒部９ｋの突出部９ｄｋの先端部の外周に、突出部９ｄｋの先端が突出するようにステンレス製のＣ型止め輪等の止め輪６１５ｋを固定し、その止め輪６１５ｋの突出部９ｄｋ側の面と収容ケース８ｋの反射筒部固定用部材とを溶接することで反射筒部９ｋを発光部２ｋに対して固定してもよい。

[0173] さらに、図５６に示すように、反射筒部９ｋの突出部９ｄｋの外周部にステンレス製のシート材７１５ｋを帯状に巻き付け、その終端部を重ね合わせて溶接することにより固定してもよい。このシート材７１５ｋの突出部９ｄｋの先端側には、反射筒部９ｋの中心軸に対して垂直に延びる複数のつば部７１５ａｋが設けられており、このつば部７１５ａｋと収容ケース８ｋの反射筒部固定用部材とを溶接することで反射筒部９ｋを固定することができる。また、つば部７１５ａｋを設けないでシート材７１５ｋと収容ケース８ｋの反射筒部固定用部材との近接部分を溶接することにより反射筒部９ｋを固

定してもよい。また、このシート材７１５ｋには、開口部９ｃｋに対応する箇所にスパッタ物を放出可能な穴部７１５ｂｋがあわせて複数設けられる。

[0174] また、光源１ｋ，１０１ｋ，２０１ｋでは、反射筒部９ｋ，１０９ｋの外壁面９ｂｋ，１０９ｂｋの一部又は全体に熱放射膜１０ｋが形成されているが、逆に、外壁面９ｂｋ，１０９ｂｋの他端側に、反射筒部９ｋ，１０９ｋの素材よりも熱放射率の低い材料を形成してもよい。これにより、相対的に一端側の放熱性が向上し、熱放射膜１０ｋと同様の効果が期待できる。また、反射筒部９ｋ，１０９ｋの一端側を構成する金属ブロック部材の材料を、他端側を構成する金属ブロック部材の材料よりも熱放射率の大きい材料で構成しても良い。

[0175] ここで、筒状部材の外壁面と、第２の筐体の内壁面とは離間していることが好ましい。この場合、筒状部材と第２の筐体との熱膨張率の違いにより、筒状部材の位置ずれや筒状部材または第２の筐体の破損を防止することができ、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0176] また、筒状部材の第１の筐体側の反射面は、テーパー状に形成されていることが好ましい。この場合、反射面での光の反射角が大きくなり、反射回数を低減させることで、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0177] また、筒状部材の位置決めのための位置決め部材がさらに設けられていることも好適である。かかる位置決め部材を備えれば、第１の筐体及び第２の筐体に対する筒状部材の位置を安定化して、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0178] また、位置決め部材は、筒状部材を第２の筐体の他端側から一端側に付勢するばね部材と、ばね部材によって付勢された筒状部材が押し当てられる固定部材とを含む、ことも好適である。かかる構成を採れば、第１の筐体及び第２の筐体に対して筒状部材を安定して固定することができ、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0179] さらに、位置決め部材は、第１の筐体と第２の筐体との間を接続する接続

部材上に設けられている、ことも好適である。このようにしても、第１の筐体及び第２の筐体に対して筒状部材を安定して固定することができ、出射窓部からの光の取り出し効率を安定して向上させることができる。

[0180] 或いは、本発明の光源は、第１の筐体及び第２の筐体に封入された重水素ガスをさらに備え、発光部は、陰極、陽極、及び放電路制限部を有し、放電によって光を発生させ、第２の筐体は、一端側が第１の筐体に連通するように接続されており、筒状部材は、一端側が第１の筐体内の発光部に当接し、他端側が第２の筐体内に挿入されており、筒状部材の反射面の少なくとも一部は、テーパー状に形成されていることも好適である。

[0181] このような光源によれば、第１の筐体内の発光部の陰極と陽極との間で生じた放電が放電路制限部によって絞り込まれることによって光が発生し、発光部で発生した光が、第１の筐体に連通する第２の筐体の出射窓部から発光部にかけて挿入された筒状部材の内部に導かれることにより、出射窓部から出射される。ここで、筒状部材の内壁面には反射面が形成されているので、発光部から出射された光が筒状部材の内部の反射面によって反射されつつ第２の筐体の一端側から他端側に導かれる結果、発光部から発せられた光を損失することなく第２の筐体の出射窓部まで導くことができる。併せて、反射面の少なくとも一部はテーパー状に形成されているので、出射窓部の外部の所定位置に光を集光させることができる。その結果、発生した光を効率よく取り出すことができる。

[0182] 筒状部材は、金属材料からなることが好適である。このような筒状部材を備えれば、鏡面度の高い反射面の加工が容易になり、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0183] また、筒状部材の反射面の一端側および他端側がテーパー状に形成されている、ことも好適である。この場合、所望の位置における光の照射強度をさらに高めることができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0184] また、筒状部材を第２の筐体の他端側から一端側に付勢する金属材料からなるばね部材と、ばね部材によって付勢された筒状部材が嵌め込まれ、発光

部の開口部を囲むように設けられた固定部材と、をさらに備えることも好適である。かかる構成を採れば、発生する紫外光によって劣化することなく、第１の筐体及び第２の筐体に対して筒状部材を安定して固定することができる。さらに、筒状部材が発光部の固定部材に嵌め込まれるので、発光部からの光が確実に筒状部材の内部に導かれることになり、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0185] さらに、発光部には、筒状部材の端部が挿入される穴部が形成されている、ことも好適である。かかる穴部を備えれば、筒状部材が発光部の内部にさらに接近して配置されるので、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0186] またさらに、筒状部材の一端側の側面には、反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、ことも好適である。こうすれば、発光部で生じたスパッタ物を筒状部材の外部に放出することができ、筒状部材の反射面や出射窓部へのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0187] また、筒状部材の外壁面は、筒状部材の材料よりも熱放射率が大きい材料からなる、ことも好適である。かかる構成を採れば、筒状部材がより放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。さらに、筒状部材の外壁面の略全面に、筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に筒状部材の外壁面の熱放射率を高めることができ、筒状部材がさらに放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0188] また、筒状部材の一端側の熱放射率は、筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、ことも好適である。かかる構成を採れば、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することが

でき、発生した光をより効率よく取り出すことができる。さらに、筒状部材の一端側の外壁面には、筒状部材の他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に一端側の外壁面の熱放射率を他端側の外壁面の熱放射率よりも大きくすることができ、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0189] 或いは、本発明の光源においては、発光部は、それぞれ開口を有する陰極及び陽極と、陰極と陽極の間に配置されたキャピラリ部とを有し、放電によって光を発生させ、第１の筐体は、陰極及び陽極の開口とキャピラリ部とが同軸上に配置されるように、発光部を内部に保持し、第２の筐体は、一端側が第１の筐体に連通するように接続されており、筒状部材は、一端側が第１の筐体内の陰極に当接し、他端側が第２の筐体内に挿入されており、筒状部材の反射面の少なくとも一部は、テーパー状に形成されていることも好適である。

[0190] このような光源によれば、第１の筐体内の発光部の陰極と陽極との間で生じた放電がキャピラリ部によって絞り込まれることによって光が発生し、発光部から陰極の開口を通過して出射された光が、第１の筐体に連通する第２の筐体の出射窓部から発光部にかけて挿入された筒状部材の内部に導かれることにより、出射窓部から出射される。ここで、筒状部材の内壁面には反射面が形成されているので、発光部から出射された光が筒状部材の内部の反射面によって反射されつつ第２の筐体の一端側から他端側に導かれる結果、発光部から発せられた光を損失することなく第２の筐体の出射窓部まで導くことができる。併せて、反射面の少なくとも一部はテーパー状に形成されているので、出射窓部の外部の所定位置に光を集光させることができる。その結果、発生した光を効率よく取り出すことができる。

[0191] 筒状部材は、金属材料からなることが好適である。このような筒状部材を

備えれば、鏡面度の高い反射面の加工が容易になり、発光部からの光を効果的に集光することができる。

[0192] また、筒状部材の反射面の一端側および他端側がテーパー状に形成されている、ことが好適である。この場合、所望の位置における光の照射強度をさらに高めることができ、発生した光を効率よく取り出すことができる。

[0193] さらに、筒状部材を第２の筐体の他端側から一端側に付勢するばね部材をさらに備えることも好適である。かかる構成を採れば、陰極に対して筒状部材を安定して固定することができる。その結果、発光部からの光が確実に筒状部材の内部に導かれることになり、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0194] また、発光部には、筒状部材の端部が挿入される穴部が形成されている、ことも好適である。かかる穴部を備えれば、筒状部材が発光部の内部にさらに接近して配置されるので、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0195] またさらに、筒状部材の一端側の側面には、反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、ことも好適である。こうすれば、発光部で生じたスパッタ物を筒状部材の外部に放出することができ、筒状部材の反射面や出射窓部へのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0196] また、筒状部材の外壁面は、筒状部材の材料よりも熱放射率が大きい材料からなる、ことも好適である。かかる構成を採れば、筒状部材がより放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。さらに、筒状部材の外壁面の略全面に、筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に筒状部材の外壁面の熱放射率を高めることができ、筒状部材がさらに放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0197] また、筒状部材の一端側の熱放射率は、筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、ことも好適である。かかる構成を採れば、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。さらに、筒状部材の一端側の外壁面には、筒状部材の他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に一端側の外壁面の熱放射率を他端側の外壁面の熱放射率よりも大きくすることができ、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、発生した光をより効率よく取り出すことができる。

[0198] 或いは、本発明の光源においては、 発光部は、放電によって光を発生させ、第２の筐体は、一端側が第１の筐体に連通するように接続されており、筒状部材は、一端側が第１の筐体内の発光部に当接し、他端側が第２の筐体内に挿入されており、筒状部材の一端側の側面には、反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、ことも好適である。

[0199] このような光源によれば、第１の筐体内の発光部から発せられた光が、第１の筐体に連通する第２の筐体内から発光部にかけて挿入された筒状部材の内部に導かれることにより、第２の筐体に設けられた出射窓部から出射される。ここで、筒状部材の内壁面には反射面が形成されているので、発光部から出射された光が筒状部材の内部の反射面によって反射されつつ第２の筐体の一端側から他端側に導かれる結果、発光部から発せられた光を損失することなく第２の筐体の出射窓部まで導くことができる。併せて、筒状部材の一端側の側面には開口部が形成されているので、発光部で生じたスパッタ物を筒状部材の外部に放出することができ、筒状部材の反射面や出射窓部へのスパッタ物の付着を抑制することができる。その結果、長寿命化を図りつつ、出射窓部からの光の取り出し効率を向上させることができる。

[0200] 筒状部材の開口部は、第１の筐体内に配置されている、ことが好ましい。この場合、発光部で生じたスパッタ物が第１の筐体内に放出されるので、出射窓部への飛散をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。

[0201] また、筒状部材の開口部は、筒状部材の一端側の縁部を切り欠くことにより形成されていることも好適である。かかる開口部を備えれば、より発光部に近い部分においてスパッタ物を放出することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。

[0202] また、筒状部材の一端側の周縁に沿って、複数の開口部が等間隔に形成されている、ことも好適である。かかる構成を採れば、効率よくスパッタ物を放出できるので、出射窓部への飛散をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。

[0203] また、筒状部材の外壁面は、筒状部材の材料よりも熱放射率が大きい材料からなる、ことも好適である。かかる構成を採れば、筒状部材がより放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。さらに、筒状部材の外壁面の略全面に、筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に筒状部材の外壁面の熱放射率を高めることができ、筒状部材がさらに放熱されやすく、出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。

[0204] また、筒状部材の一端側の熱放射率は、筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、ことも好適である。かかる構成を採れば、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。さらに、筒状部材の一端側の外壁面には、筒状部材の他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されていてもよく、この場合、容易に一端側の外壁面の

熱放射率を他端側の外壁面の熱放射率よりも大きくすることができ、より発光部に近い部分においてスパッタ物を捕捉することができるので、筒状部材における反射面の大部分、及び出射窓部におけるスパッタ物の付着をさらに抑制することができ、寿命をより一層延ばすことができる。

産業上の利用可能性

[0205] 本発明は、内部で発生させた光を出射する光源を使用用途とし、光の出射窓からの取り出し効率を安定して向上させることができるものである。

符号の説明

[0206] １，１０１，２０１，３０１，４０１，５０１，６０１，７０１…光源、２，２０２，３０２…発光部、３Ａ，２０３Ａ，３０３Ａ，４０３Ａ，５０３Ａ，６０３Ａ，７０３Ａ…発光筒部（第１の筐体）、３Ｂ，２０３Ｂ，３０３Ｂ，４０３Ｂ，５０３Ｂ，６０３Ｂ，７０３Ｂ…導光筒部（第２の筐体）、８ｂ，２０５Ａ，３０８Ａ，４０８Ａ，５０８Ｂ…固定リング部材（位置決め部材、固定部材）、９，１０９，６０９…反射筒部（金属部材）、９ａ，６０９ａ…反射面、９ｂ，１０９ｂ，６０９ｂ…外壁面、１２…ばね部材（位置決め部材）、１３…内壁面、１１２…金属バンド（位置決め部材）、

１ｉ，１０１ｉ，２０１ｉ，３０１ｉ，４０１ｉ，５０１ｉ…重水素ランプ、２ｉ，２０２ｉ…発光部、３Ａｉ，３０３Ａｉ，４０３Ａｉ…発光筒部（第１の筐体）、３Ｂｉ，３０３Ｂｉ，４０３Ｂｉ…導光筒部（第２の筐体）、４ｉ…出射窓部、５ｉ…陰極、６ｉ…陽極、７ｉ…放電路制限部、８ａｉ…光通過口、８ｂｉ…固定リング（固定部材）、２０８ｂｉ…爪部（固定部材）、９ｉ，１０９ｉ，３０９ｉ…反射筒部（筒状部材）、９ａｉ，１０９ａｉ…反射面、９ｂｉ，１０９ｂｉ…外壁面（側面）、９ｃｉ…開口部、１０ｉ…熱放射膜、１２ｉ，１１２ｉ…ばね部材、３０８ｅｉ…穴部、

１ｊ，１０１ｊ…光源、２ｊ…発光部、３Ａｊ…発光筒部（第１の筐体）、３Ｂｊ…導光筒部（第２の筐体）、４ｊ…出射窓部、５ｊ…陰極、６ｊ…陽極、５ａｊ，６ａｊ…開口、７ｊ…キャピラリ部、９ｊ，１０９ｊ，２０９

ｊ，３０９ｊ…反射筒部（筒状部材）、９ａｊ，１０９ａｊ…反射面、９ｂｊ，１０９ｂｊ…外壁面（側面）、９ｃｊ，１０９ｃｊ，２０９ｃｊ，３０９ｃｊ…開口部、１０ｊ…熱放射膜、１２ｊ，１１２ｊ，１１２ａｊ…ばね部材、Ｘ…光軸、

１ｋ，１０１ｋ，２０１ｋ，３０１ｋ…光源、２ｋ，２０２ｋ…発光部、３Ａｋ，２０３Ａｋ，３０３Ａｋ…発光筒部（第１の筐体）、３Ｂｋ，２０３Ｂｋ，３０３Ｂｋ…導光筒部（第２の筐体）、４ｋ…出射窓部、９ｋ，１０９ｋ，２０９ｋ，３０９ｋ，４０９ｋ，５０９ｋ…反射筒部（筒状部材）、９ａｋ，１０９ａｋ…反射面、９ｂｋ，１０９ｂｋ…外壁面（側面）、９ｃｋ，１０９ｃｋ，２０９ｃｋ，３０９ｃｋ，４０９ｃｋ，５０９ｃｋ…開口部、１０ｋ…熱放射膜。

請求の範囲

[請求項1] 光を発生させる発光部を収容する第１の筐体と、

一端側が前記第１の筐体に接続されて、前記発光部から発生した前記光を、他端側に設けられた出射窓部に導く第２の筐体と、

前記第２の筐体の前記出射窓部と、前記第１の筐体と前記第２の筐体とを接続する部位との間に挿入固定され、内壁面が前記光を反射する反射面に形成された筒状部材と、

を備えることを特徴とする光源。

[請求項2] 前記筒状部材の外壁面と、前記第２の筐体の内壁面とは離間している、

ことを特徴とする請求項１記載の光源。

[請求項3] 前記筒状部材の前記第１の筐体側の前記反射面は、テーパー状に形成されている、

ことを特徴とする請求項１又は２記載の光源。

[請求項4] 前記筒状部材の位置決めのための位置決め部材がさらに設けられている、

ことを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の光源。

[請求項5] 前記位置決め部材は、

前記筒状部材を前記第２の筐体の前記他端側から前記一端側に付勢するばね部材と、

前記ばね部材によって付勢された前記筒状部材が押し当てられる固定部材とを含む、

ことを特徴とする請求項４記載の光源。

[請求項6] 前記位置決め部材は、

前記第１の筐体と前記第２の筐体との間を接続する接続部材上に設けられている、

ことを特徴とする請求項４記載の光源。

[請求項7] 前記第１の筐体及び前記第２の筐体に封入された重水素ガスをさら

に備え、

前記発光部は、陰極、陽極、及び放電路制限部を有し、放電によって光を発生させ、

前記第２の筐体は、一端側が前記第１の筐体に連通するように接続されており、

前記筒状部材は、一端側が前記第１の筐体内の前記発光部に当接し、他端側が前記第２の筐体内に挿入されており、

前記筒状部材の前記反射面の少なくとも一部は、テーパー状に形成されている、

ことを特徴とする請求項１記載の光源。

[請求項8] 前記筒状部材は、金属材料からなる、

ことを特徴とする請求項７記載の光源。

[請求項9] 前記筒状部材の前記反射面の前記一端側および前記他端側がテーパー状に形成されている、

ことを特徴とする請求項７又は８記載の光源。

[請求項10] 前記筒状部材を前記第２の筐体の前記他端側から前記一端側に付勢する金属材料からなるばね部材と、

前記ばね部材によって付勢された前記筒状部材が嵌め込まれ、前記発光部の開口部を囲むように設けられた固定部材と、

をさらに備えることを特徴とする請求項７～９のいずれか１項に記載の光源。

[請求項11] 前記発光部には、前記筒状部材の端部が挿入される穴部が形成されている、

ことを特徴とする請求項７～１０のいずれか１項に記載の光源。

[請求項12] 前記筒状部材の前記一端側の側面には、前記反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、

ことを特徴とする請求項７～１１のいずれか１項に記載の光源。

[請求項13] 前記筒状部材の外壁面は、前記筒状部材の材料よりも熱放射率が大

きい材料からなる、

ことを特徴とする請求項７～１２のいずれか１項に記載の光源。

[請求項14] 前記筒状部材の外壁面の略全面には、前記筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項１３記載の光源。

[請求項15] 前記筒状部材の前記一端側の熱放射率は、前記筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、

ことを特徴とする請求項７～１２のいずれか１項に記載の光源。

[請求項16] 前記筒状部材の前記一端側の外壁面には、前記筒状部材の前記他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項１５記載の光源。

[請求項17] 前記発光部は、それぞれ開口を有する陰極及び陽極と、前記陰極と前記陽極の間に配置されたキャピラリ部とを有し、放電によって光を発生させ、

前記第１の筐体は、前記陰極及び前記陽極の前記開口と前記キャピラリ部とが同軸上に配置されるように、前記発光部を内部に保持し、

前記第２の筐体は、一端側が前記第１の筐体に連通するように接続されており、

前記筒状部材は、一端側が前記第１の筐体内の前記陰極に当接し、他端側が前記第２の筐体内に挿入されており、

前記筒状部材の前記反射面の少なくとも一部は、テーパー状に形成されている、

ことを特徴とする請求項１記載の光源。

[請求項18] 前記筒状部材は、金属材料からなる、

ことを特徴とする請求項１７記載の光源。

[請求項19] 前記筒状部材の前記反射面の前記一端側および前記他端側がテーパー状に形成されている、

ことを特徴とする請求項１７又は１８記載の光源。

[請求項20] 前記筒状部材を前記第２の筐体の前記他端側から前記一端側に付勢するばね部材をさらに備えることを特徴とする請求項１７～１９のいずれか１項に記載の光源。

[請求項21] 前記発光部には、前記筒状部材の端部が挿入される穴部が形成されている、

ことを特徴とする請求項１７～２０のいずれか１項に記載の光源。

[請求項22] 前記筒状部材の前記一端側の側面には、前記反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、

ことを特徴とする請求項１７～２１のいずれか１項に記載の光源。

[請求項23] 前記筒状部材の外壁面は、前記筒状部材の材料よりも熱放射率が大きい材料からなる、

ことを特徴とする請求項１７～２２のいずれか１項に記載の光源。

[請求項24] 前記筒状部材の外壁面の略全面には、前記筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項２３記載の光源。

[請求項25] 前記筒状部材の前記一端側の熱放射率は、前記筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、

ことを特徴とする請求項１７～２２のいずれか１項に記載の光源。

[請求項26] 前記筒状部材の前記一端側の外壁面には、前記筒状部材の前記他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項２５記載の光源。

[請求項27] 前記発光部は、放電によって光を発生させ、

前記第２の筐体は、一端側が前記第１の筐体に連通するように接続されており、

前記筒状部材は、一端側が前記第１の筐体内の前記発光部に当接し、他端側が前記第２の筐体内に挿入されており、

前記筒状部材の前記一端側の側面には、前記反射面に向けて貫通する開口部が形成されている、

ことを特徴とする請求項１記載の光源。

[請求項28] 前記筒状部材の前記開口部は、前記第１の筐体内に配置されている、

ことを特徴とする請求項２７記載の光源。

[請求項29] 前記筒状部材の前記開口部は、前記筒状部材の前記一端側の縁部を切り欠くことにより形成されている、

ことを特徴とする請求項２７又は２８記載の光源。

[請求項30] 前記筒状部材の前記一端側の周縁に沿って、複数の前記開口部が等間隔に形成されている、

ことを特徴とする請求項２７～２９のいずれか１項に記載の光源。

[請求項31] 前記筒状部材の外壁面は、前記筒状部材の材料よりも熱放射率が大きい材料からなる、

ことを特徴とする請求項２７～３０のいずれか１項に記載の光源。

[請求項32] 前記筒状部材の外壁面の略全面には、前記筒状部材の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項３１記載の光源。

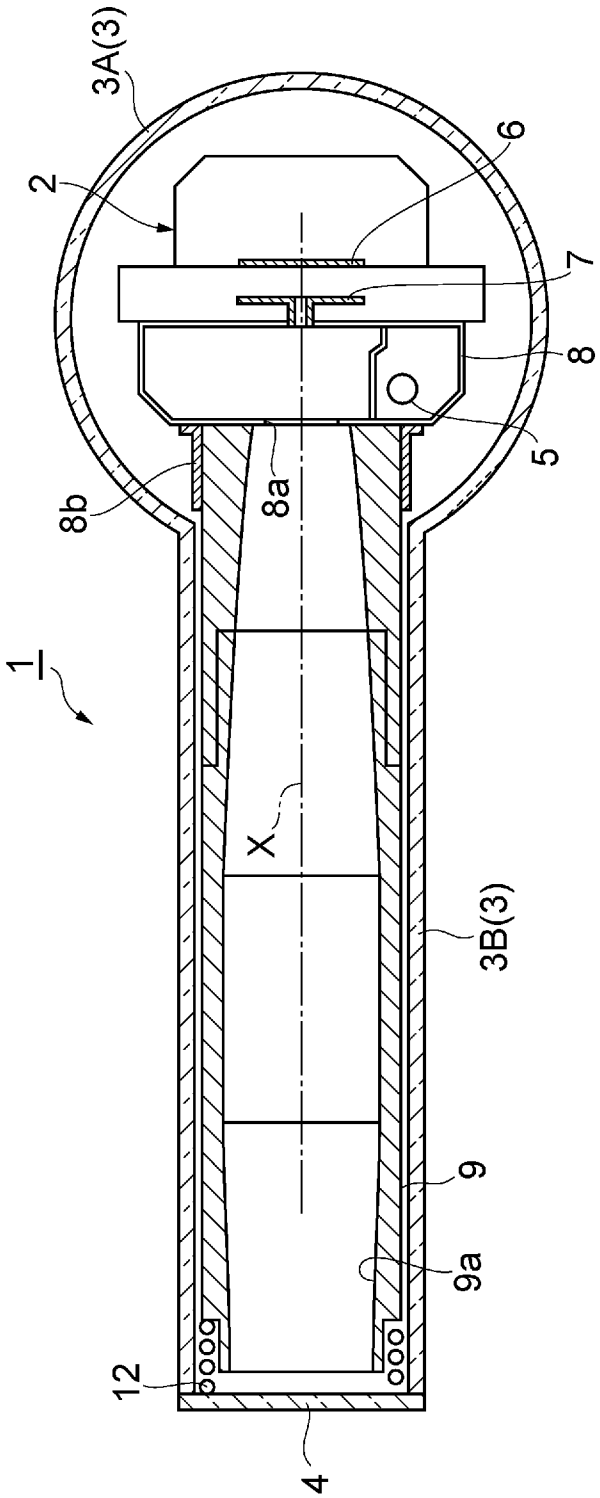
[請求項33] 前記筒状部材の前記一端側の熱放射率は、前記筒状部材の他端側の熱放射率よりも大きい、

ことを特徴とする請求項２７～３０のいずれか１項に記載の光源。

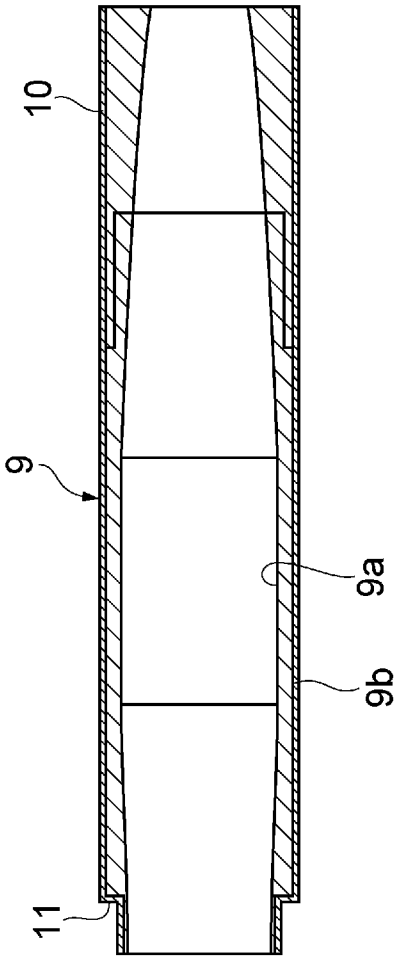
[請求項34] 前記筒状部材の前記一端側の外壁面には、前記筒状部材の前記他端側の外壁面の材料よりも熱放射率の大きい材料を含む熱放射膜が形成されている、

ことを特徴とする請求項３３記載の光源。

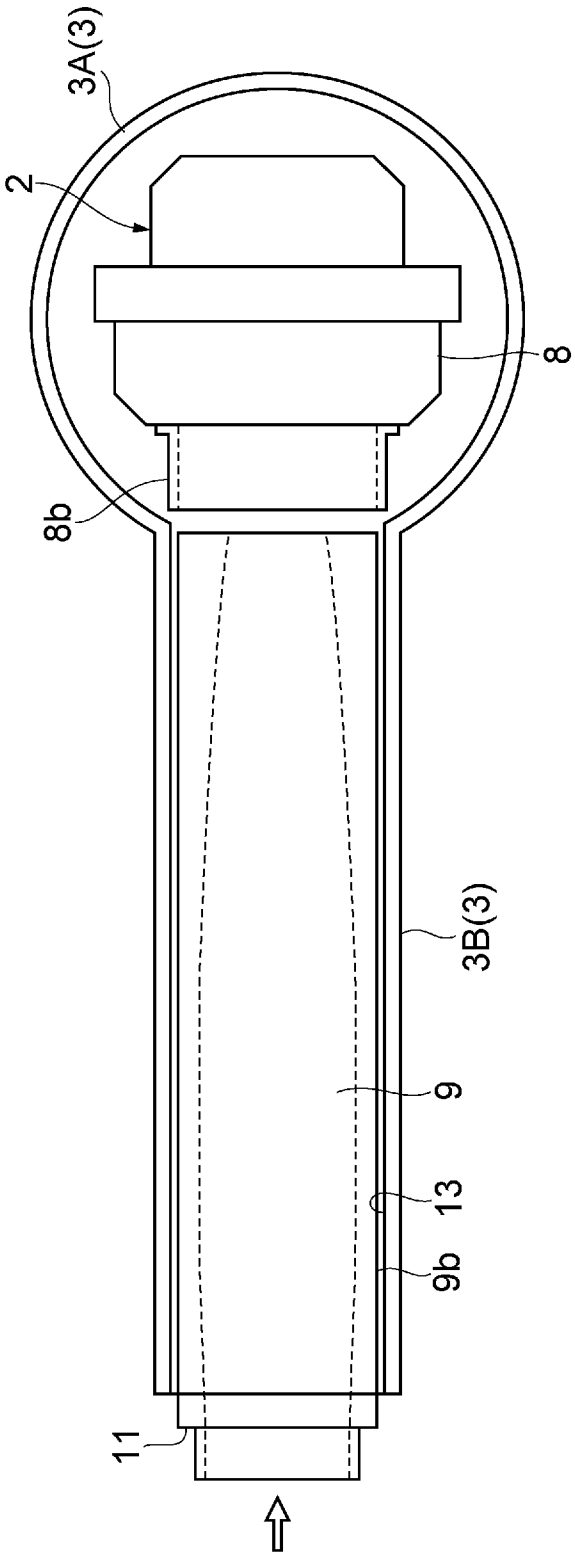
[図1]



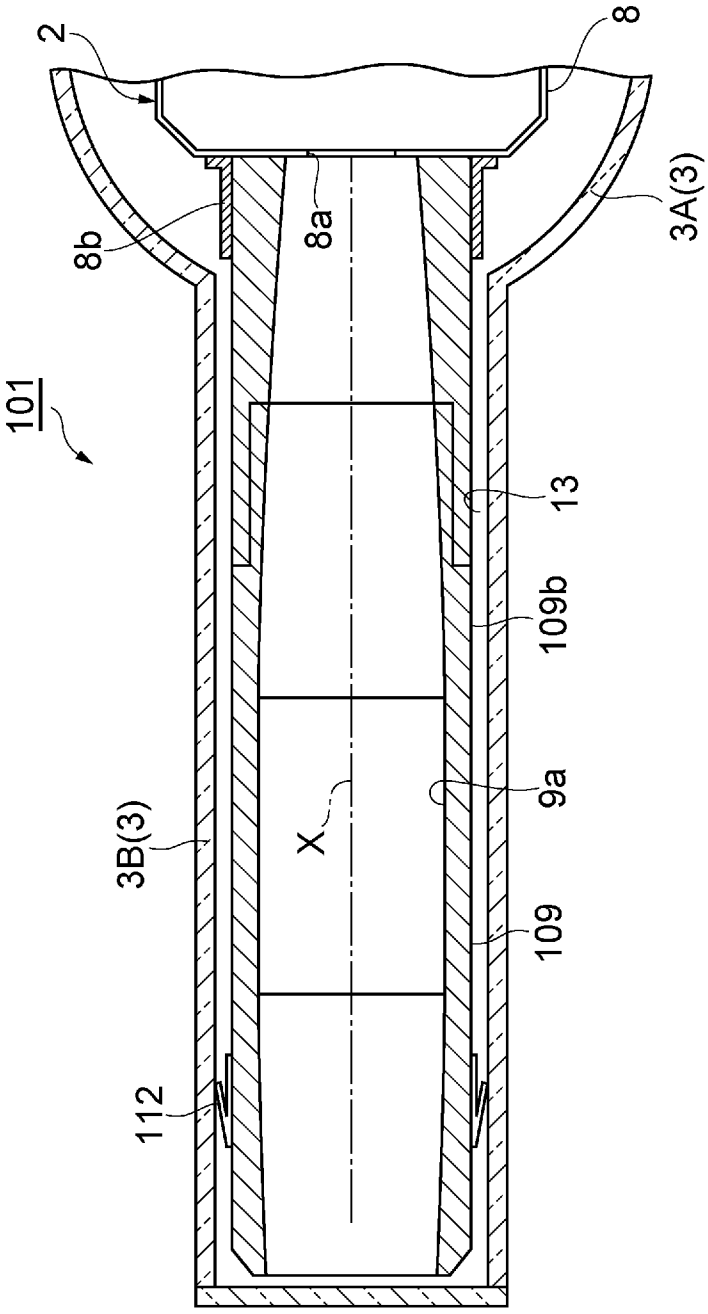
[図2]



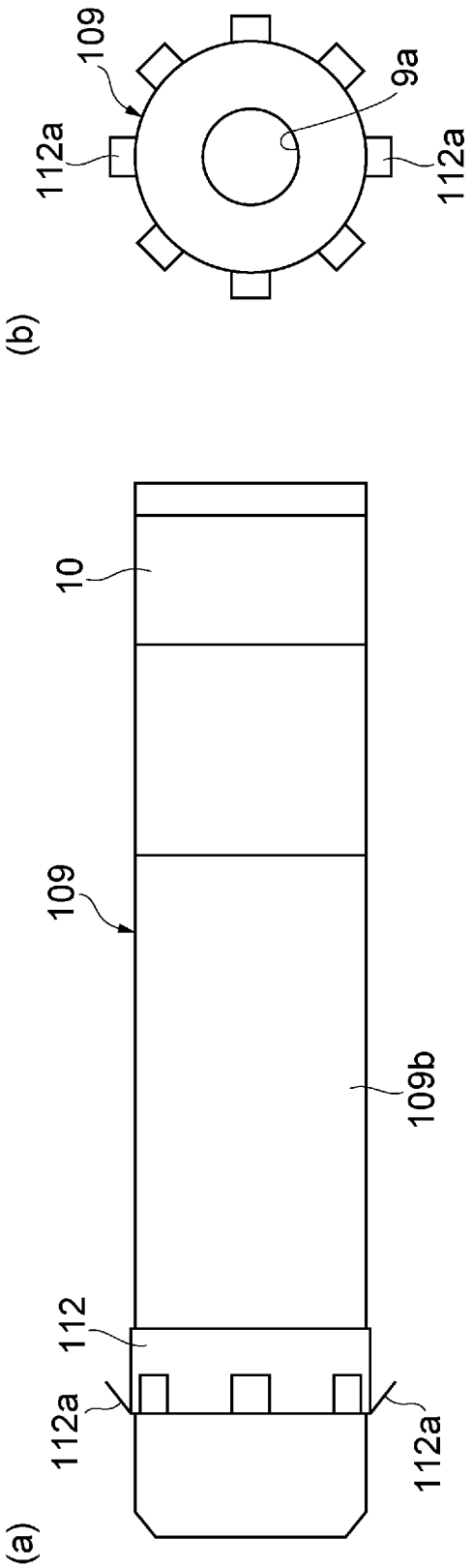
[図3]



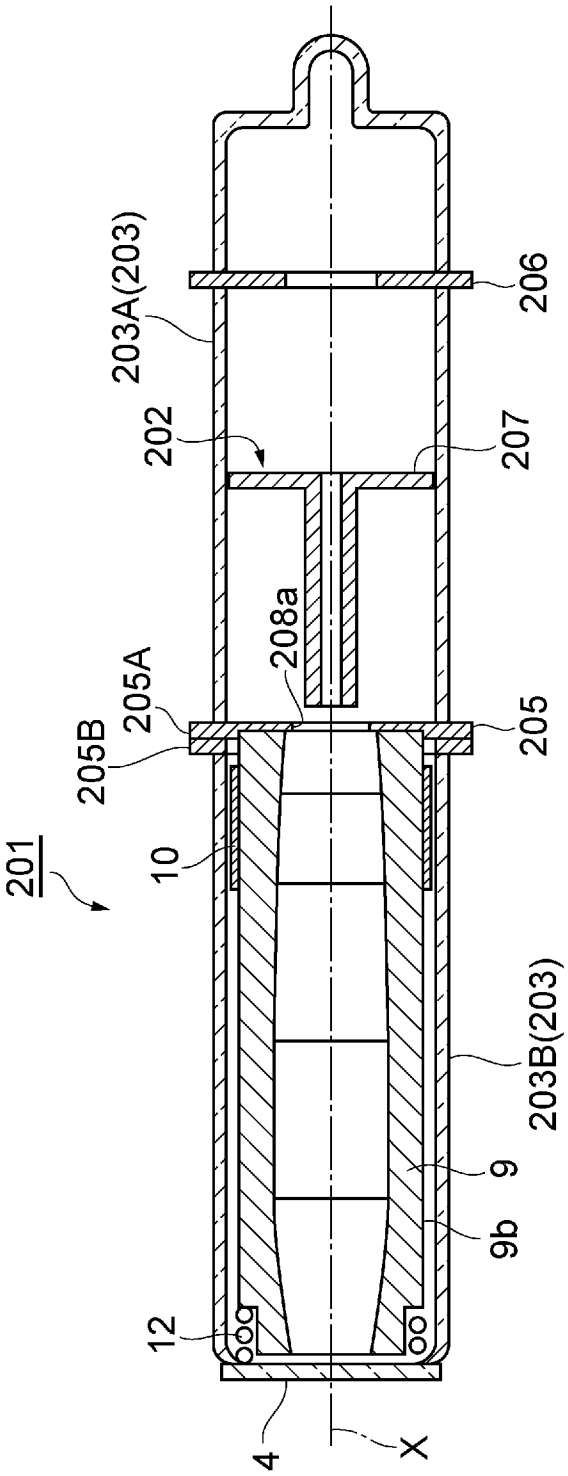
[図4]



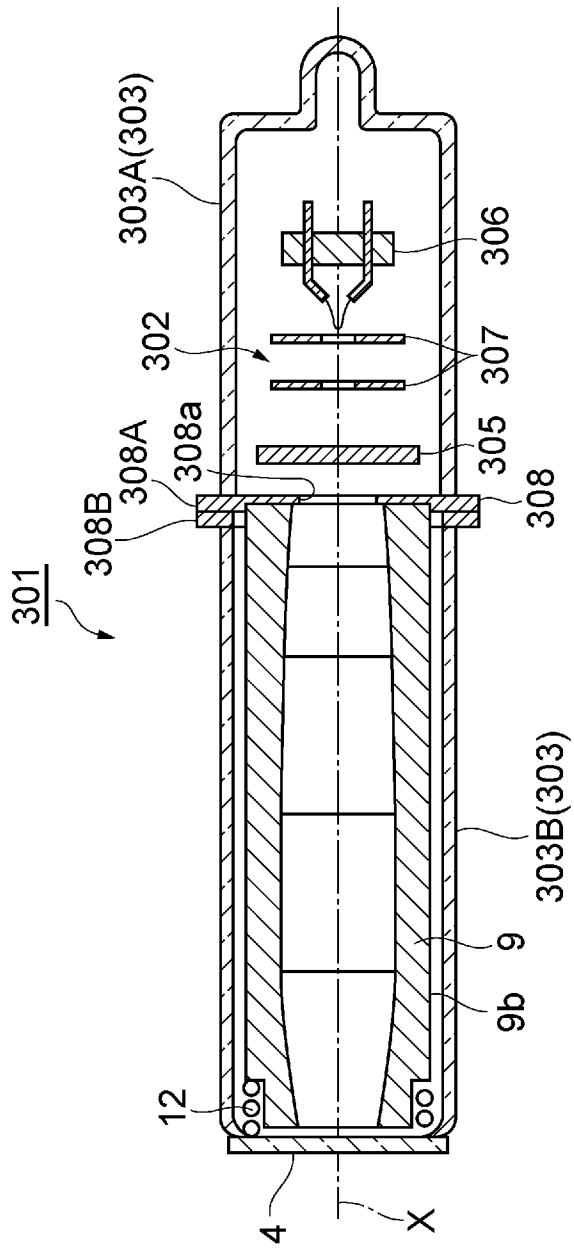
[図5]



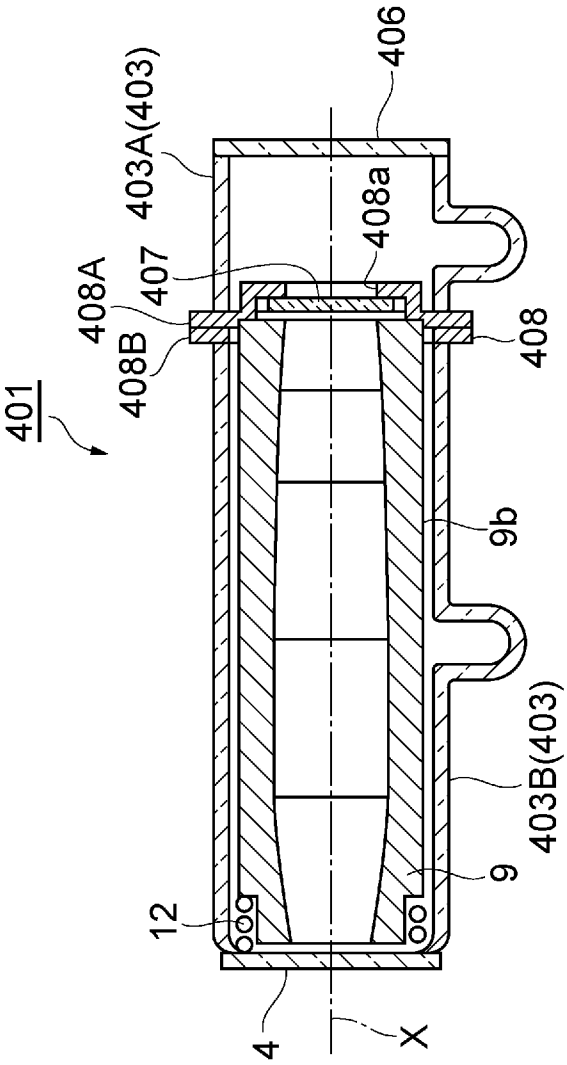
[図6]


203A(203)
206
202
207
208a
205A
205B
205
201
10
203B(203)
9
9b
12
4
X

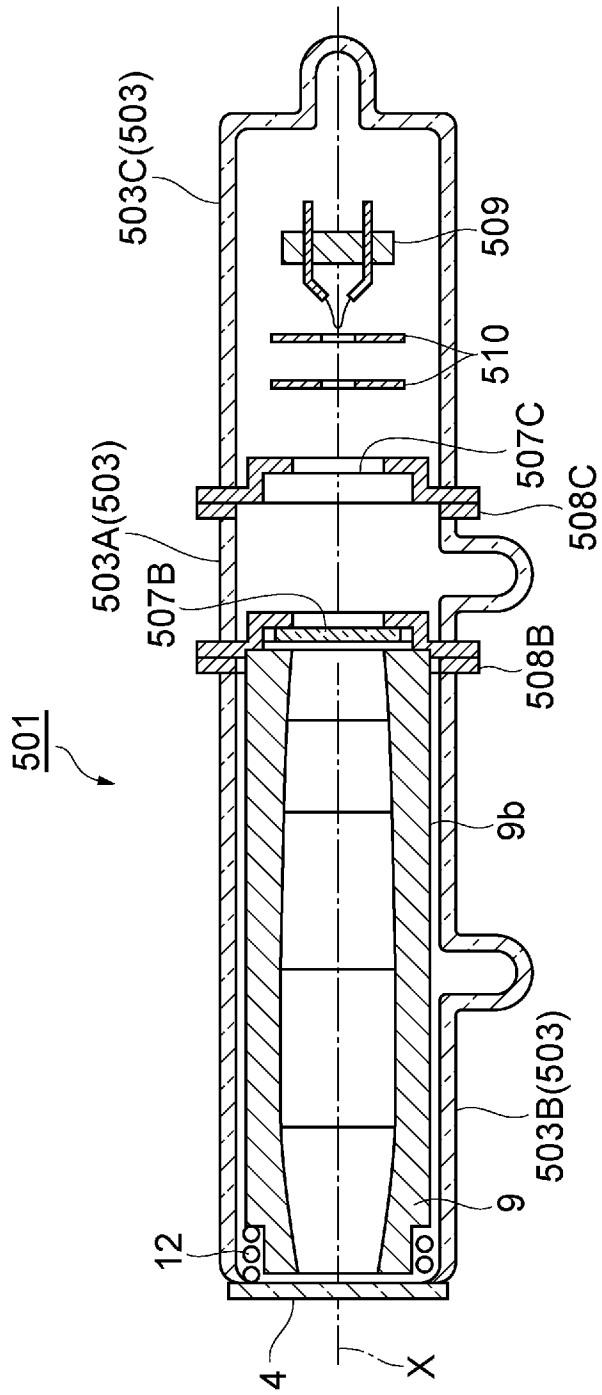
[図7]


303A(303)
306
302
307
308a
308A
305
308B
308
301
303B(303)
9
9b
12
4
X

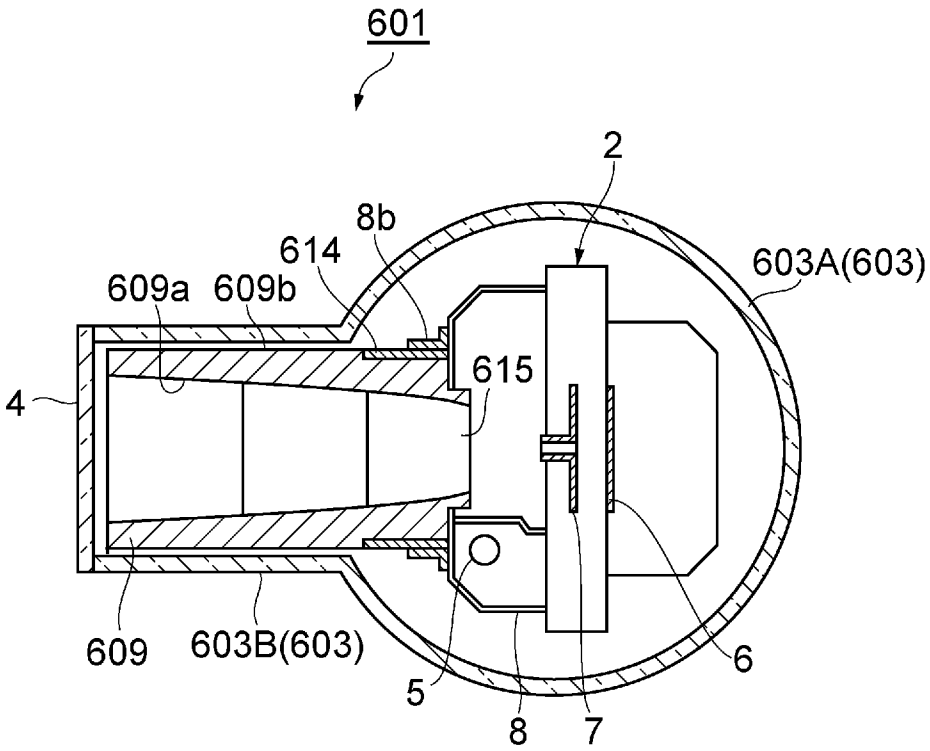
[図8]



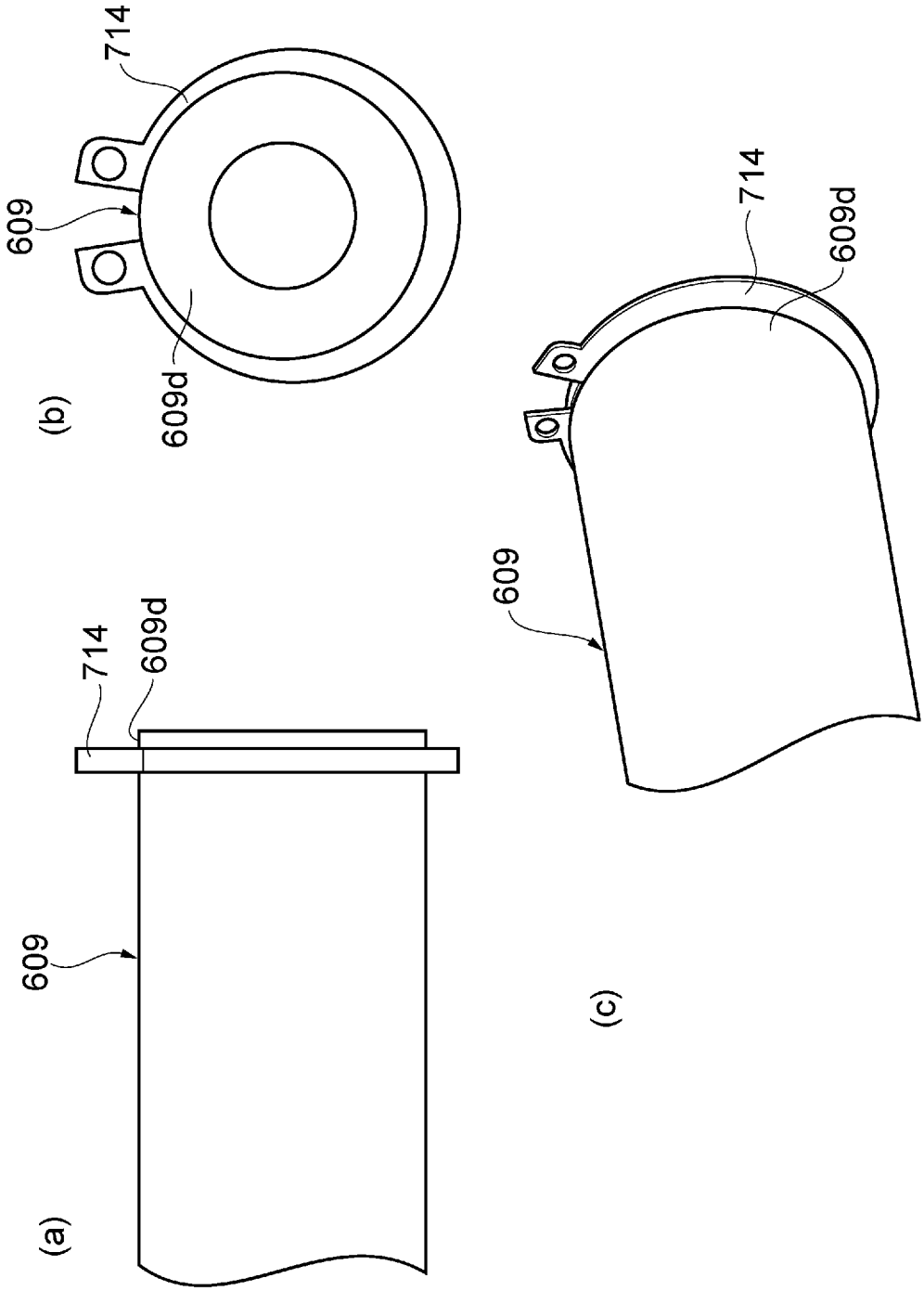
[図9]


503C(503)
509
510
507C
508C
503A(503)
507B
508B
501
9b
503B(503)
9
12
4
X

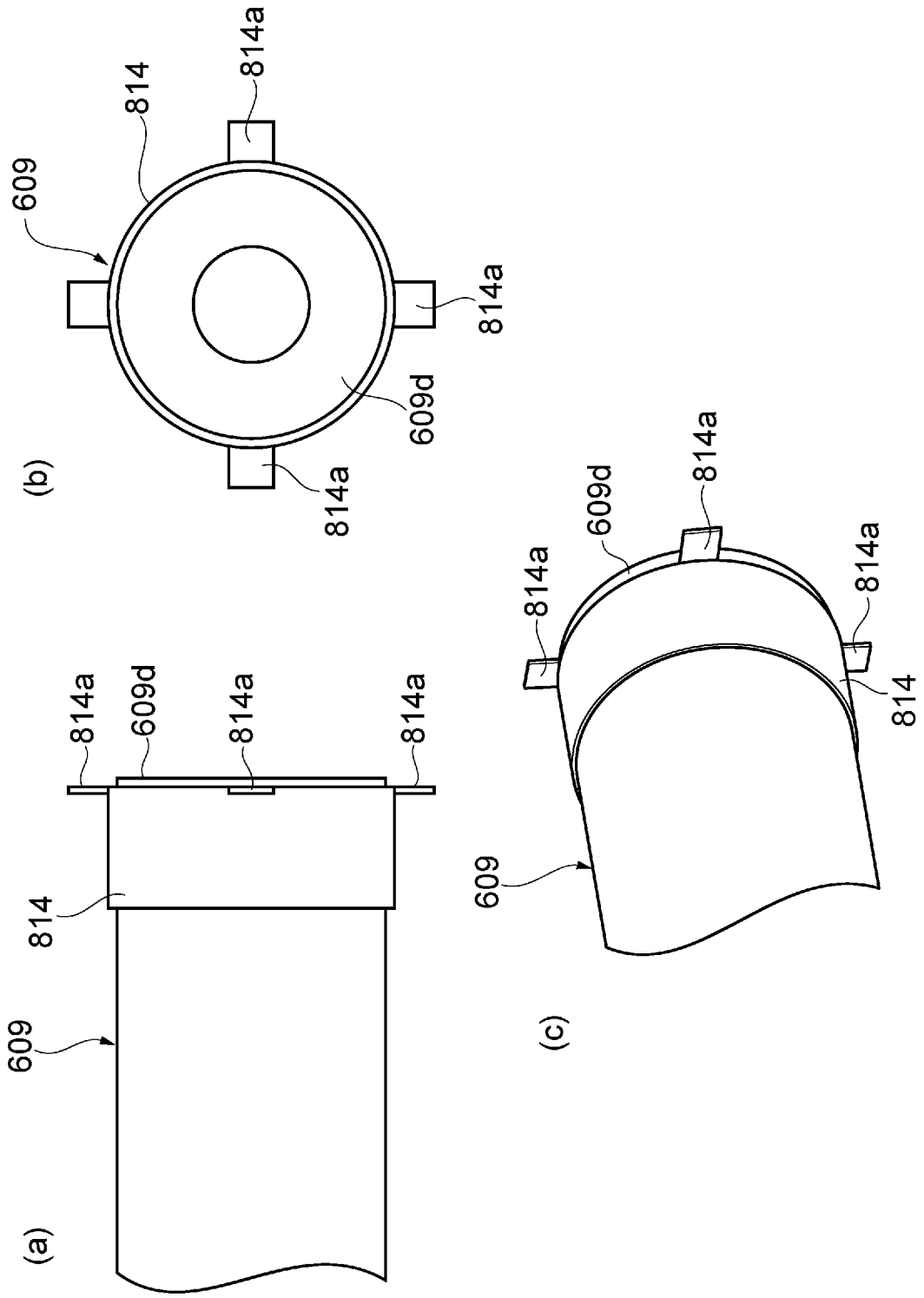
[図10]



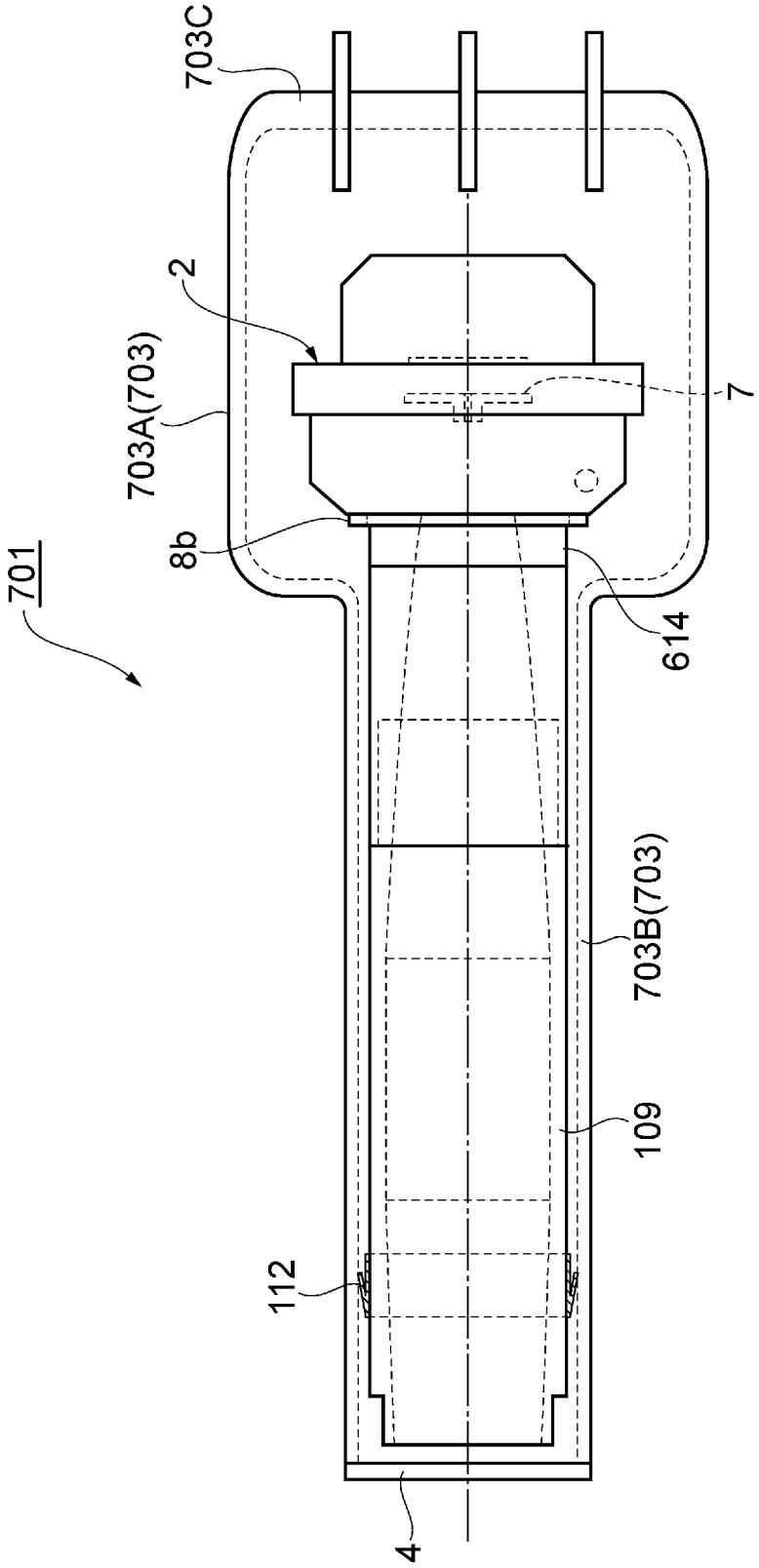
[図11]



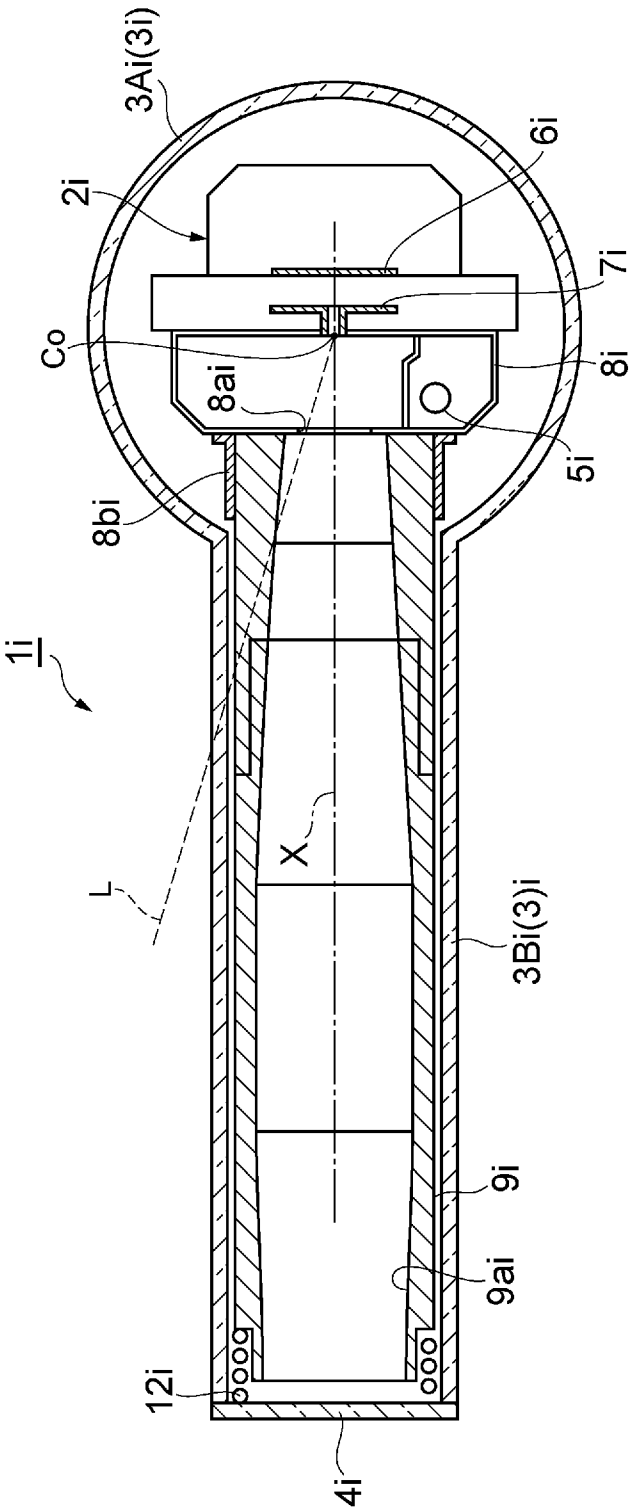
[図12]


814a
814
609
814a
609d
814a
(b)
814a
609d
814a
814a
814
609
(a)
814a
609d
814a
814a
814
609
(c)

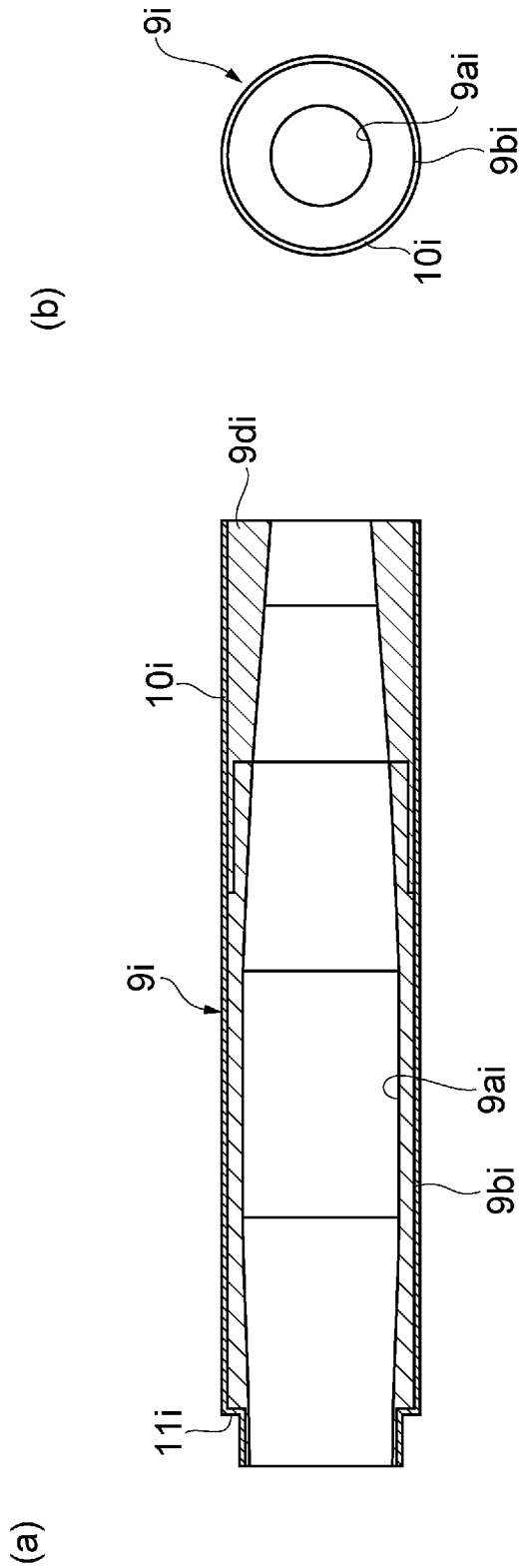
[図13]



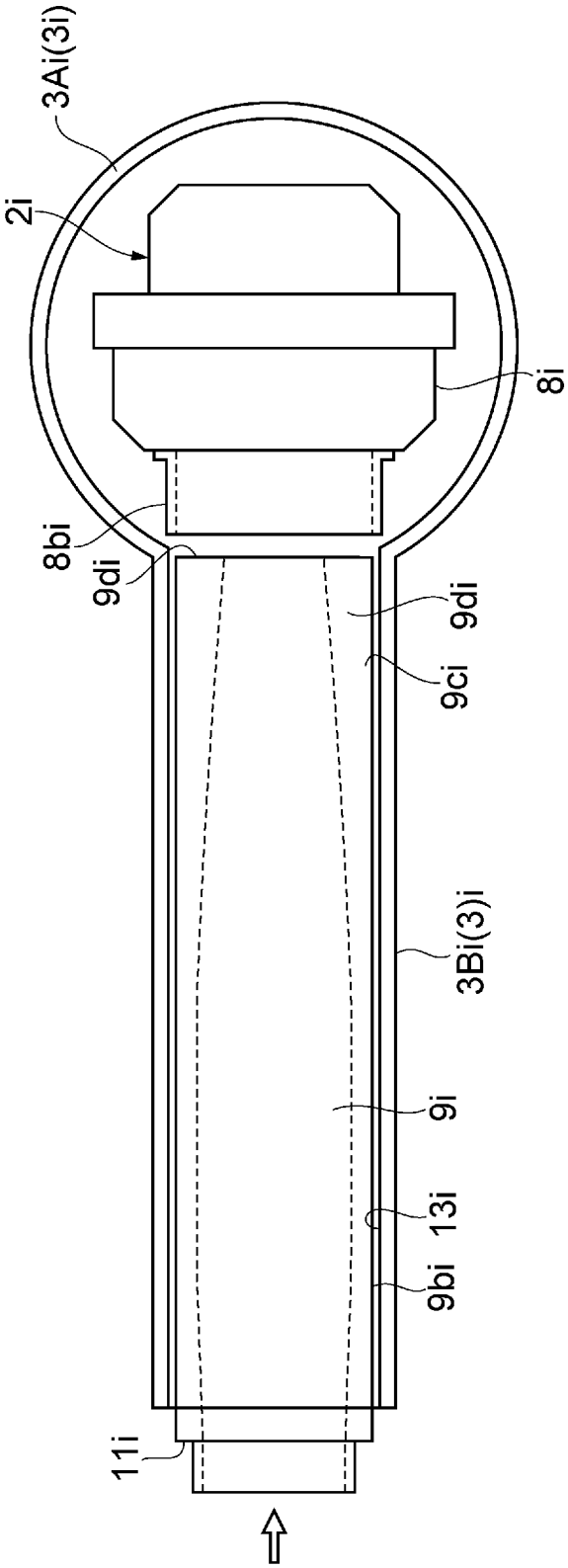
[図14]



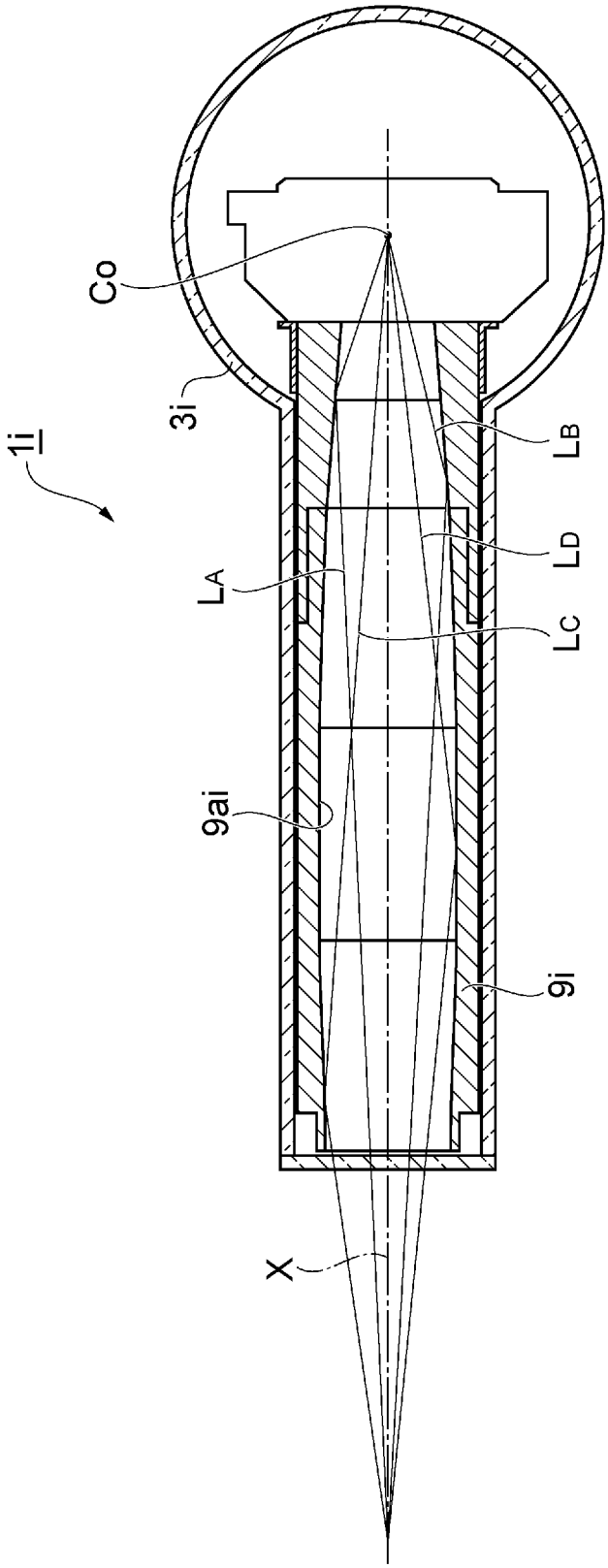
[図15]



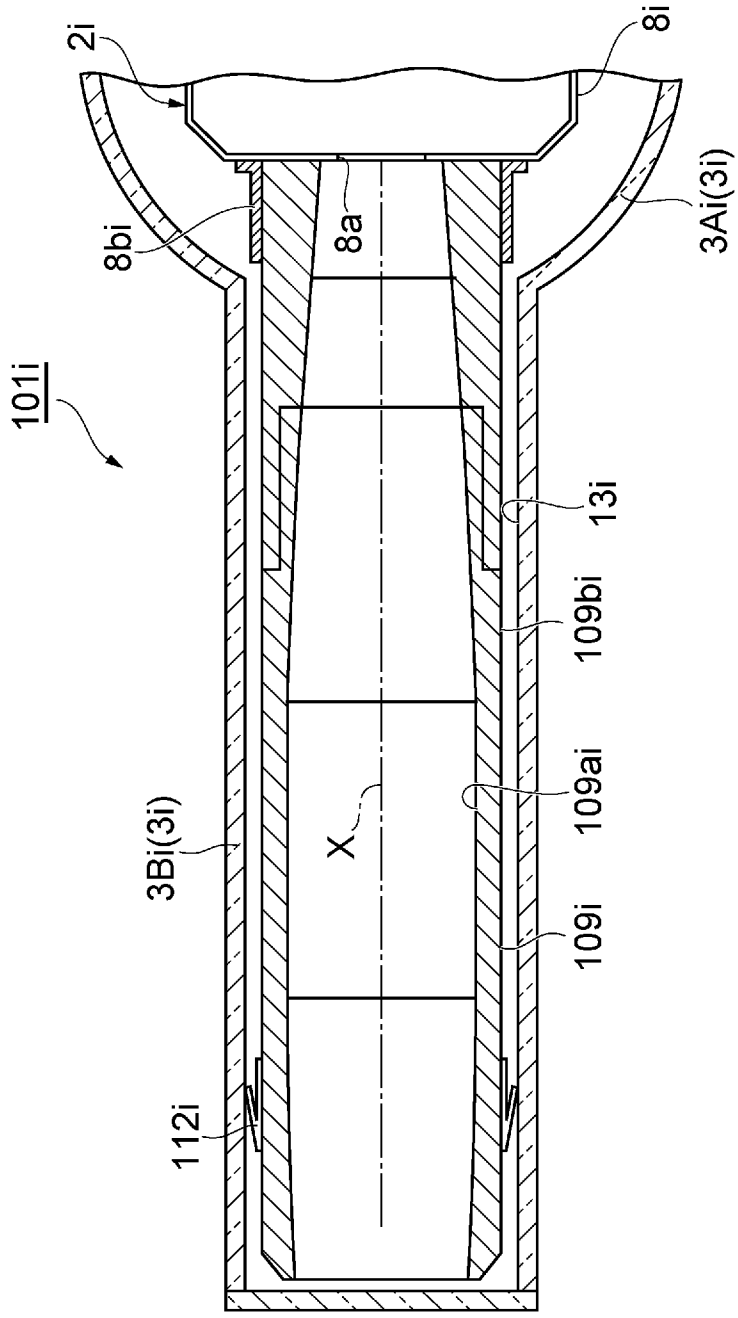
[図16]



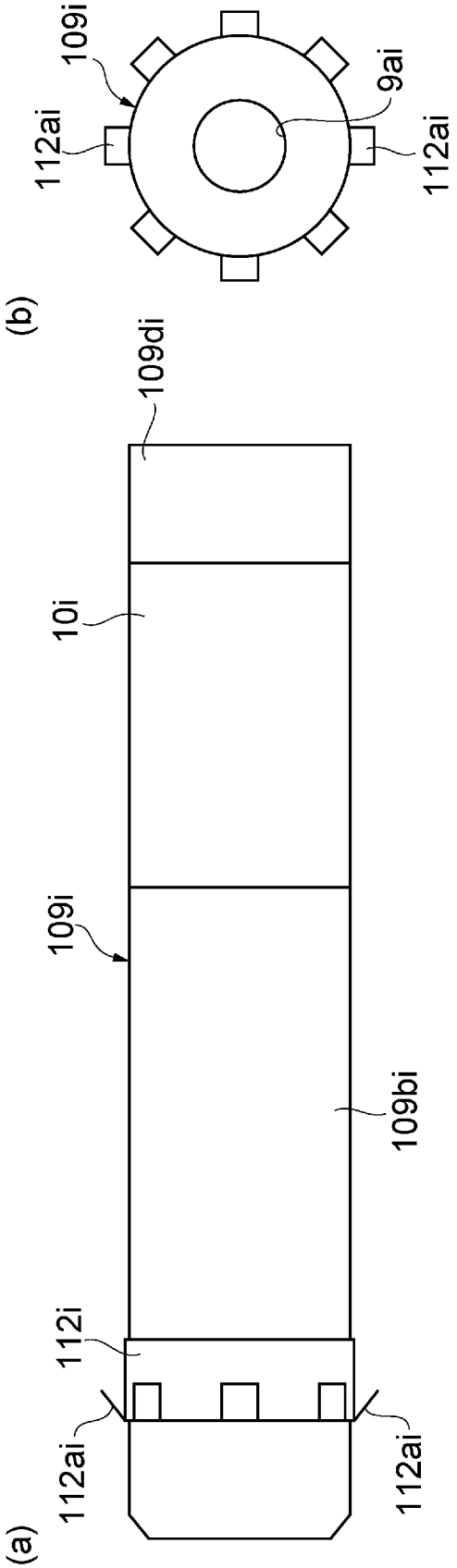
[図17]



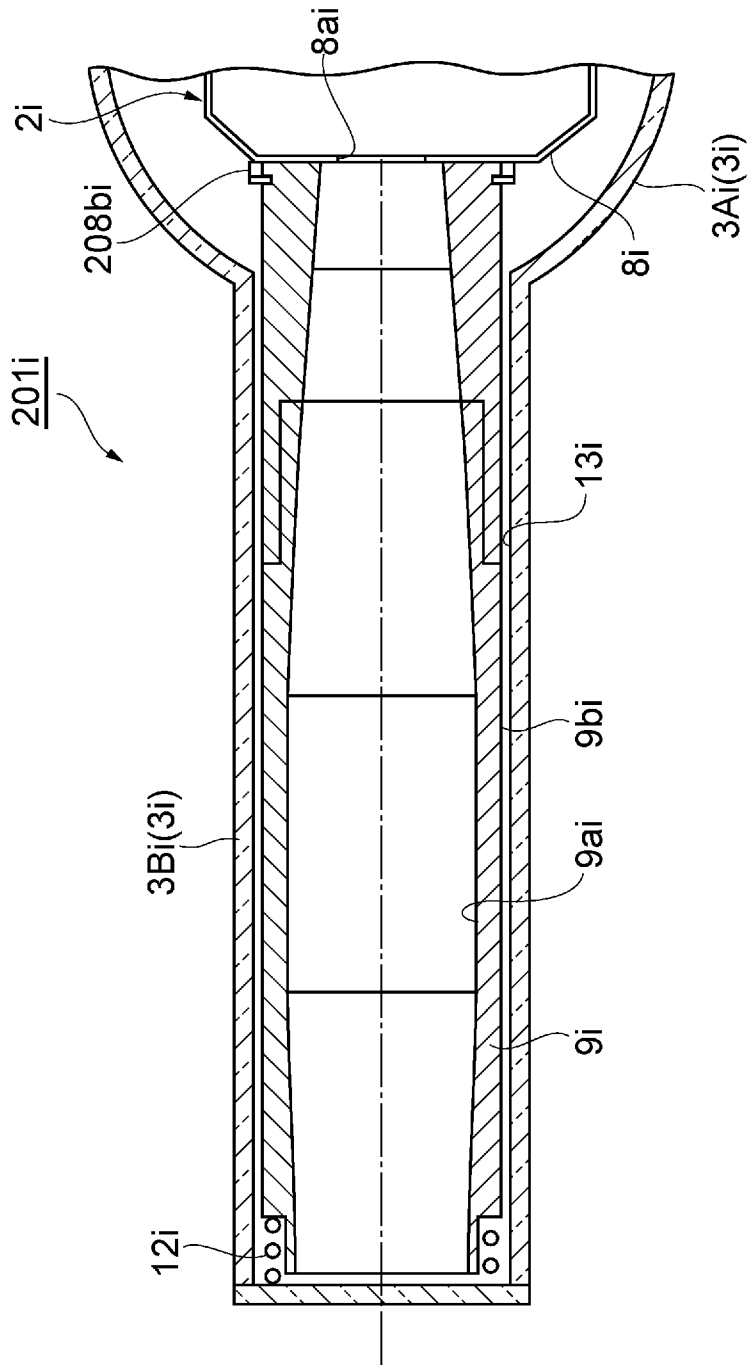
[図18]



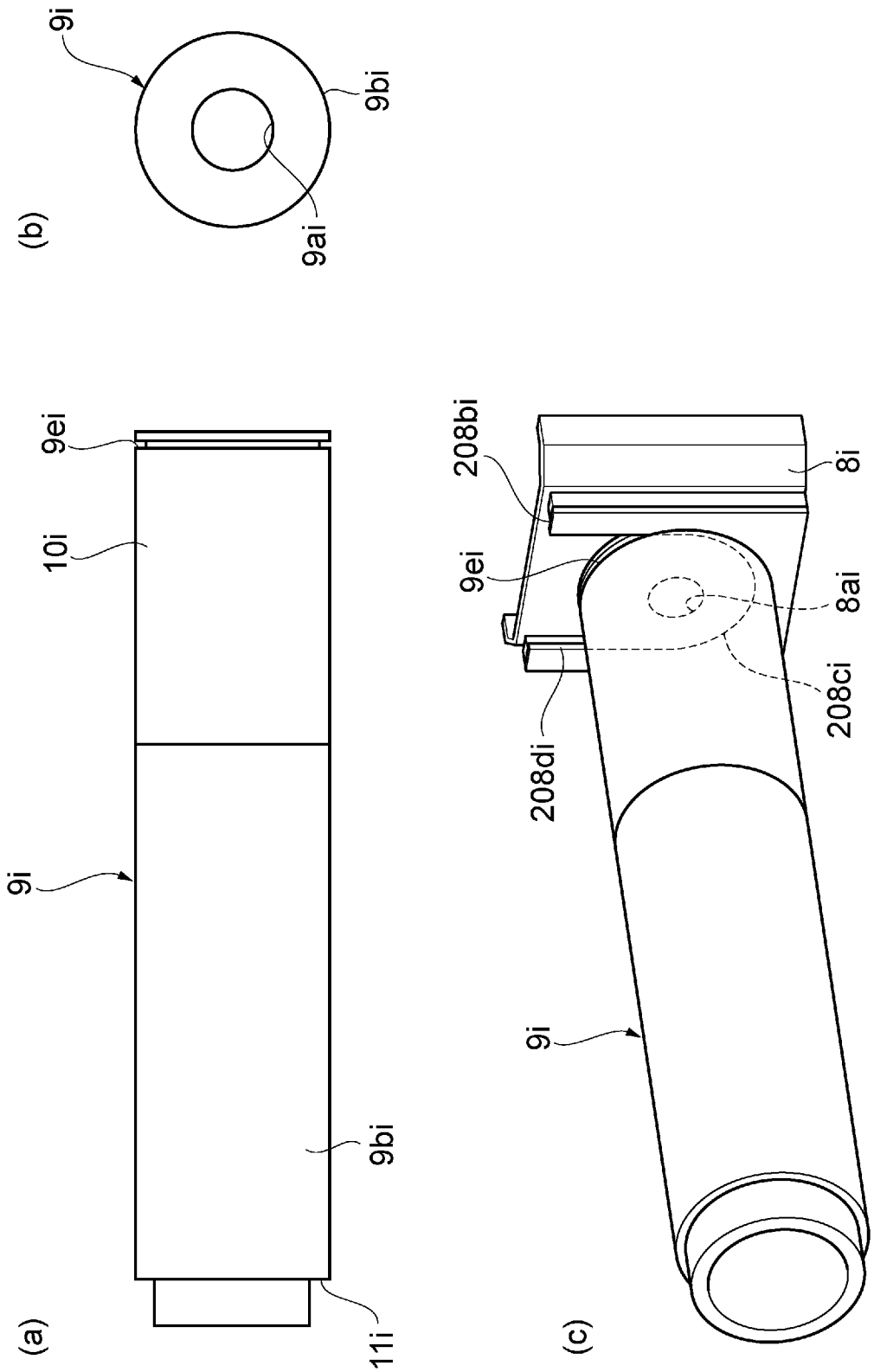
[図19]


(b)
109i
9ai
112ai
112ai
(a)
109di
10i
109i
109bi
112i
112ai
112ai

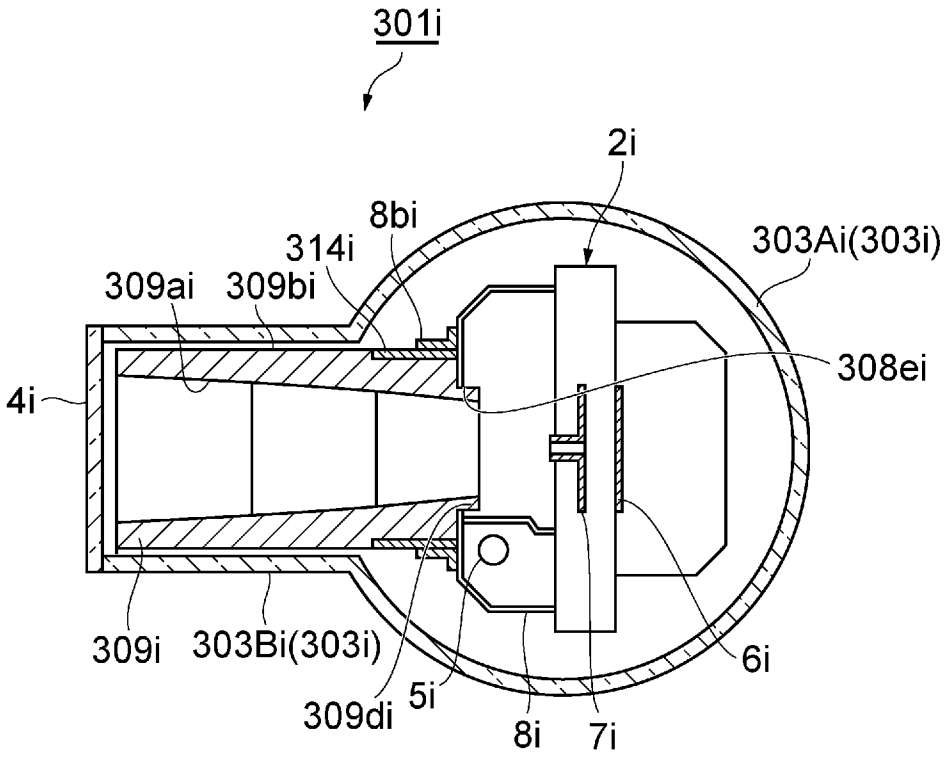
[図20]



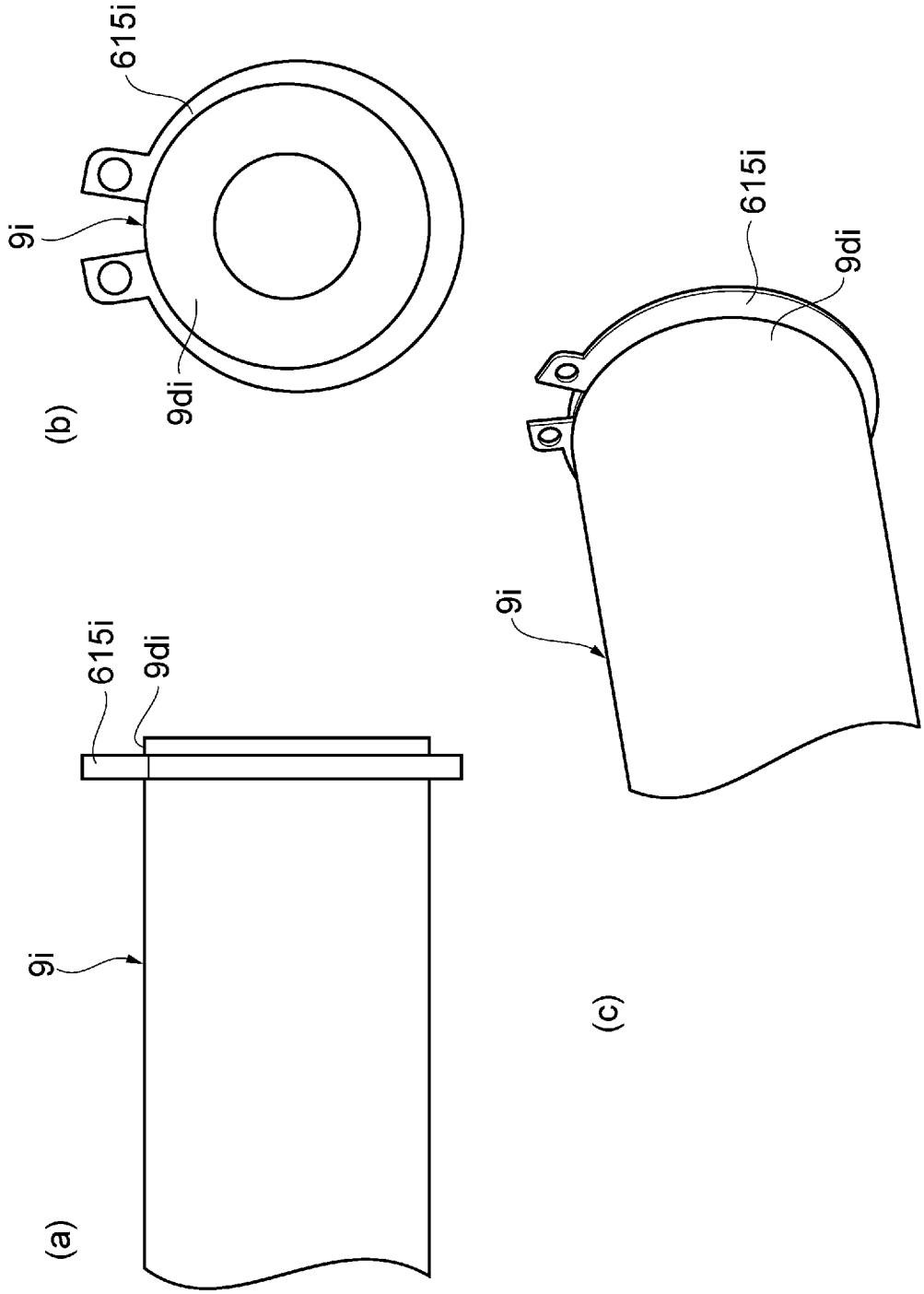
[図21]


9i
9bi
9ai
(b)
9ei
10i
9i
9bi
11i
(a)
208bi
8i
9ei
8ai
208ci
208di
9i
(c)

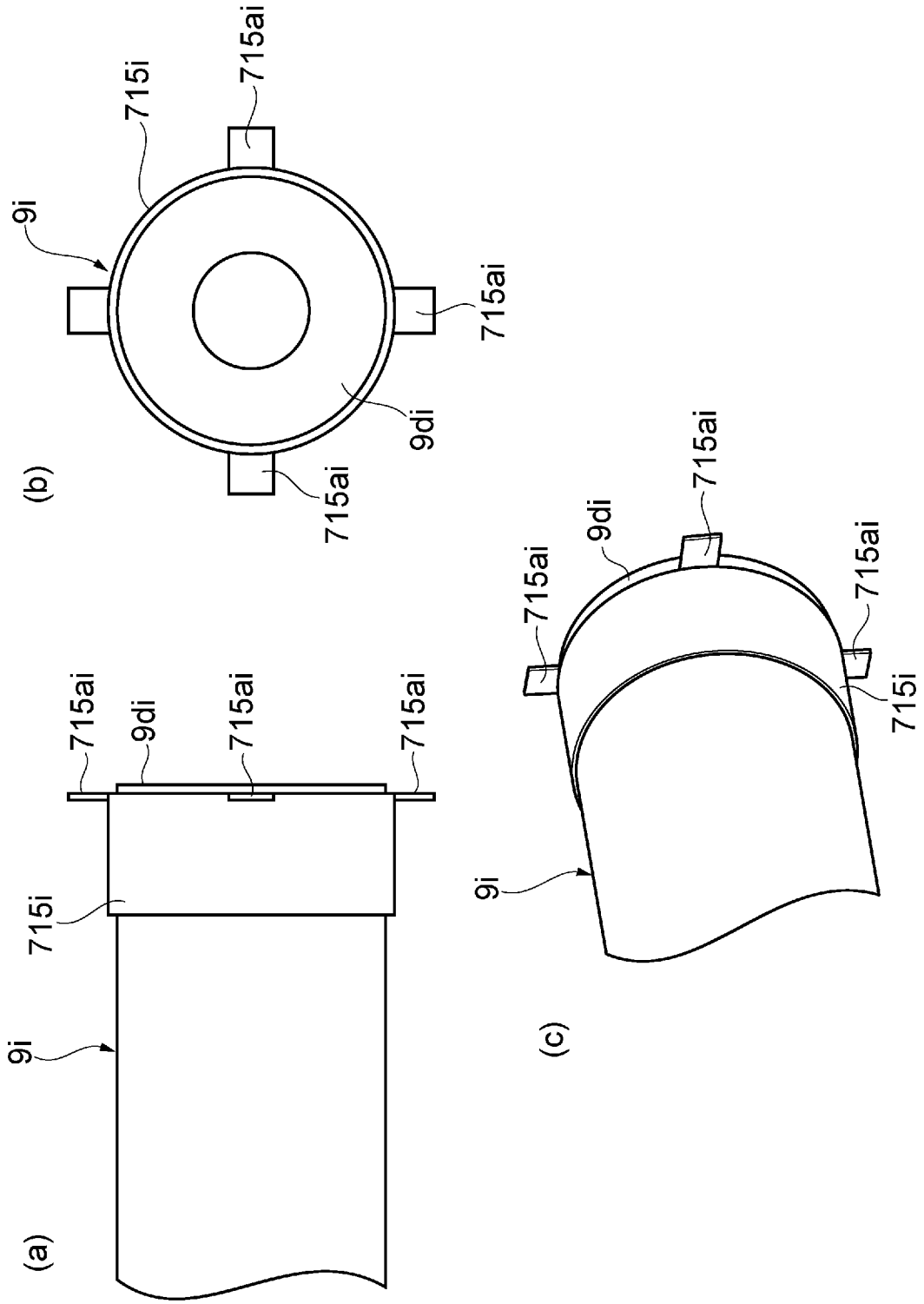
[図22]


301i
2i
8bi
314i
303Ai(303i)
309ai
309bi
308ei
4i
309i
303Bi(303i)
309di
5i
8i
7i
6i

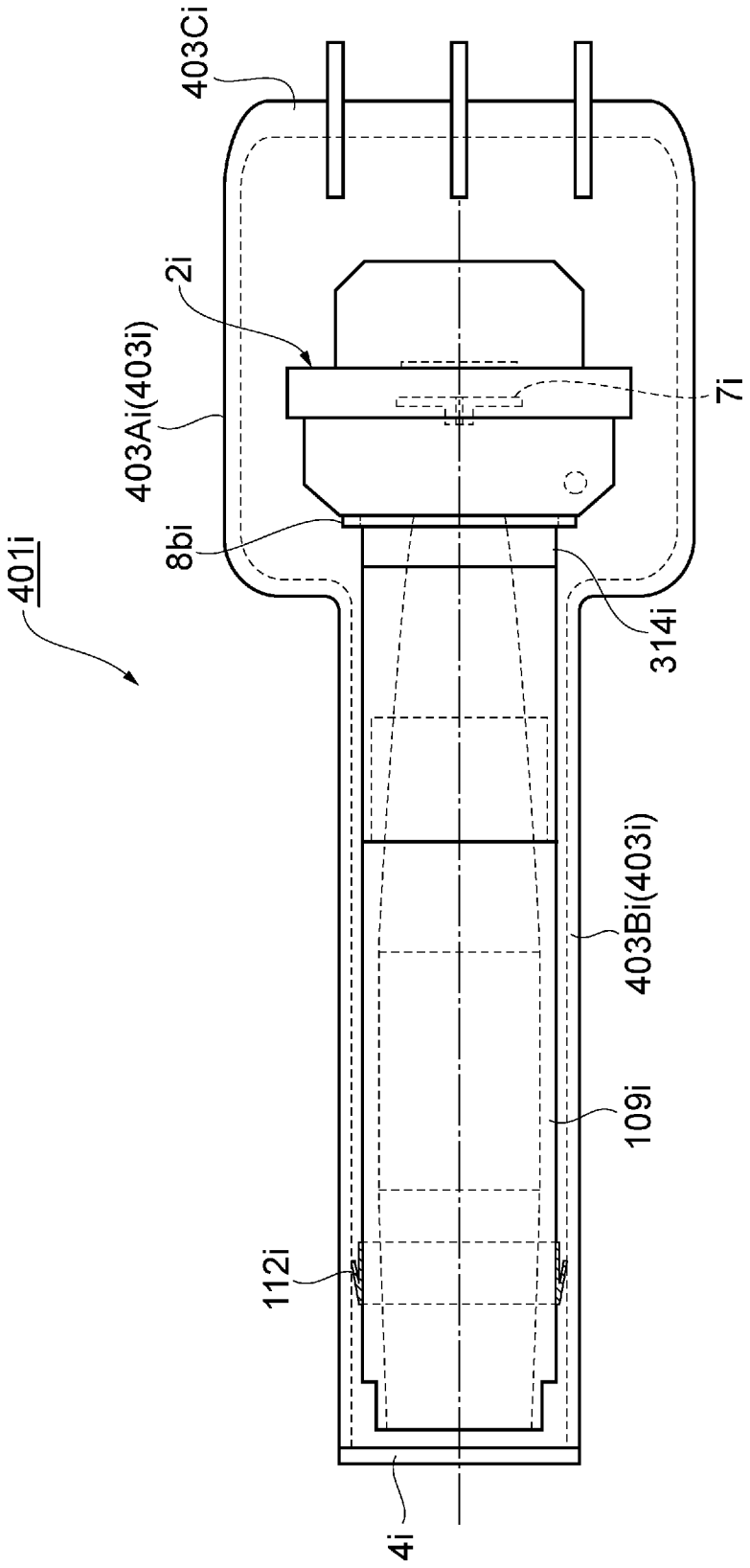
[図23]



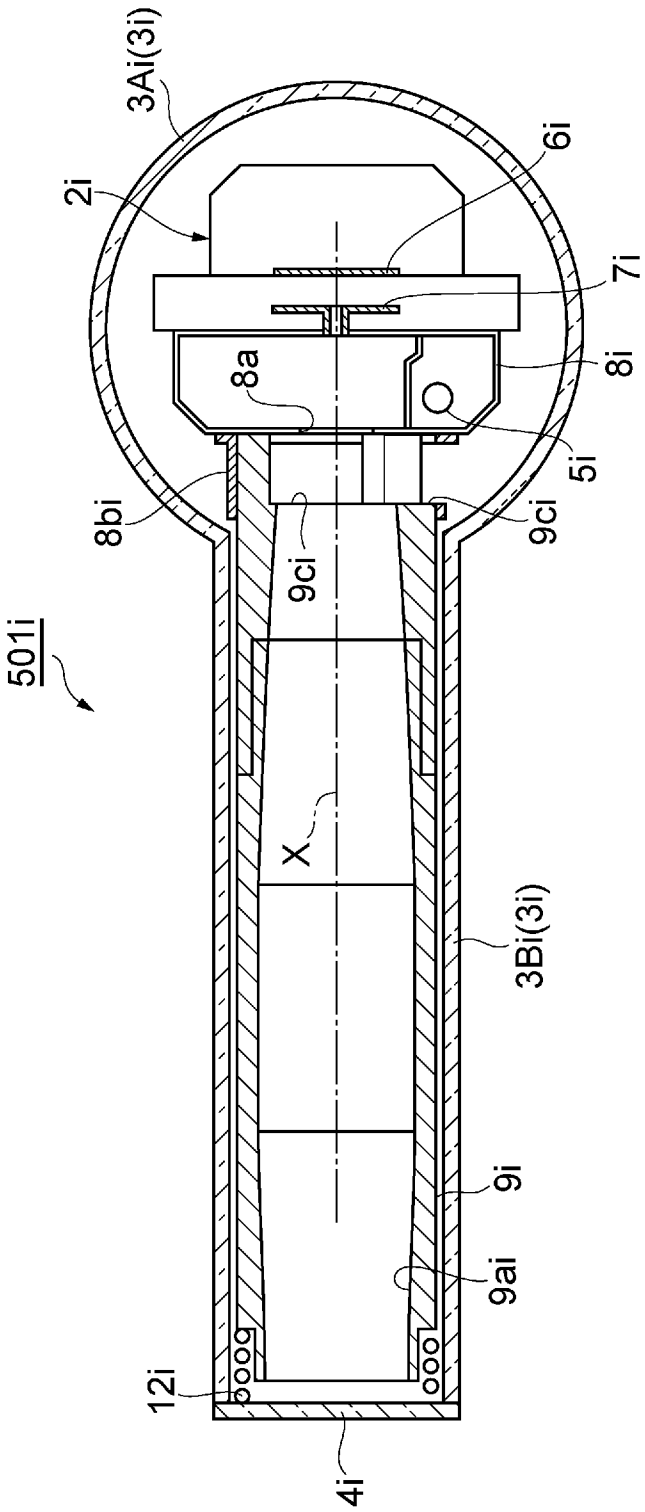
[図24]


(a)
9i
715i
715ai
9di
715ai
715ai
(b)
9i
715i
715ai
715ai
9di
715ai
(c)
9i
715ai
9di
715ai
715i

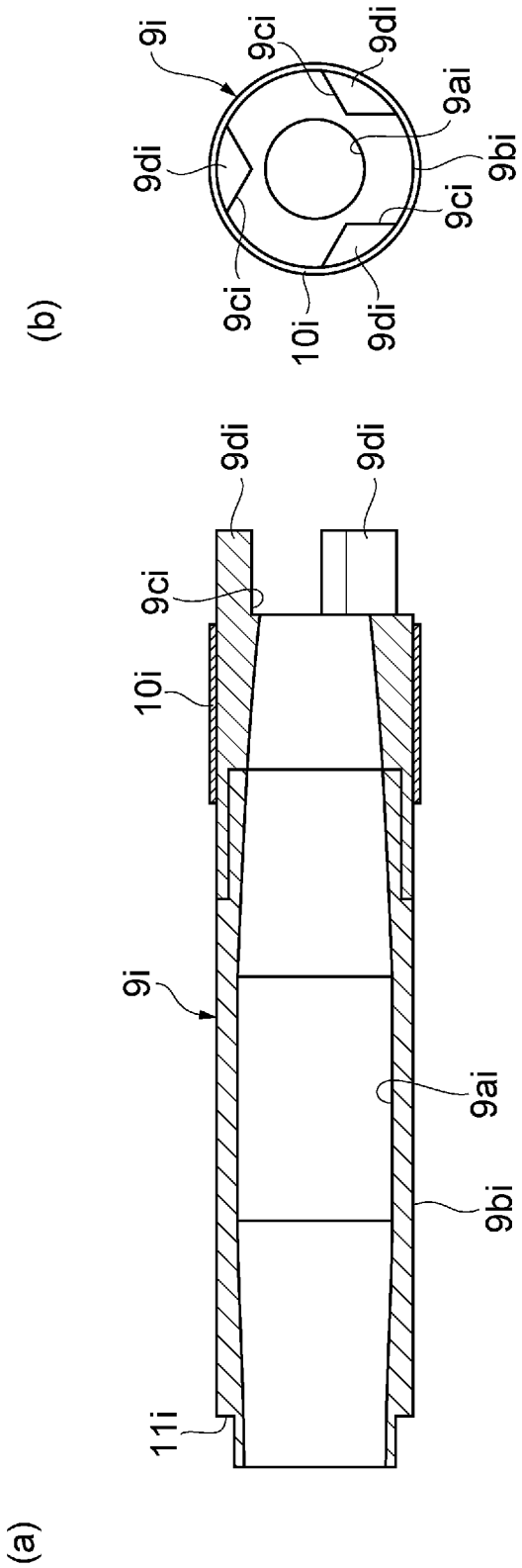
[図25]



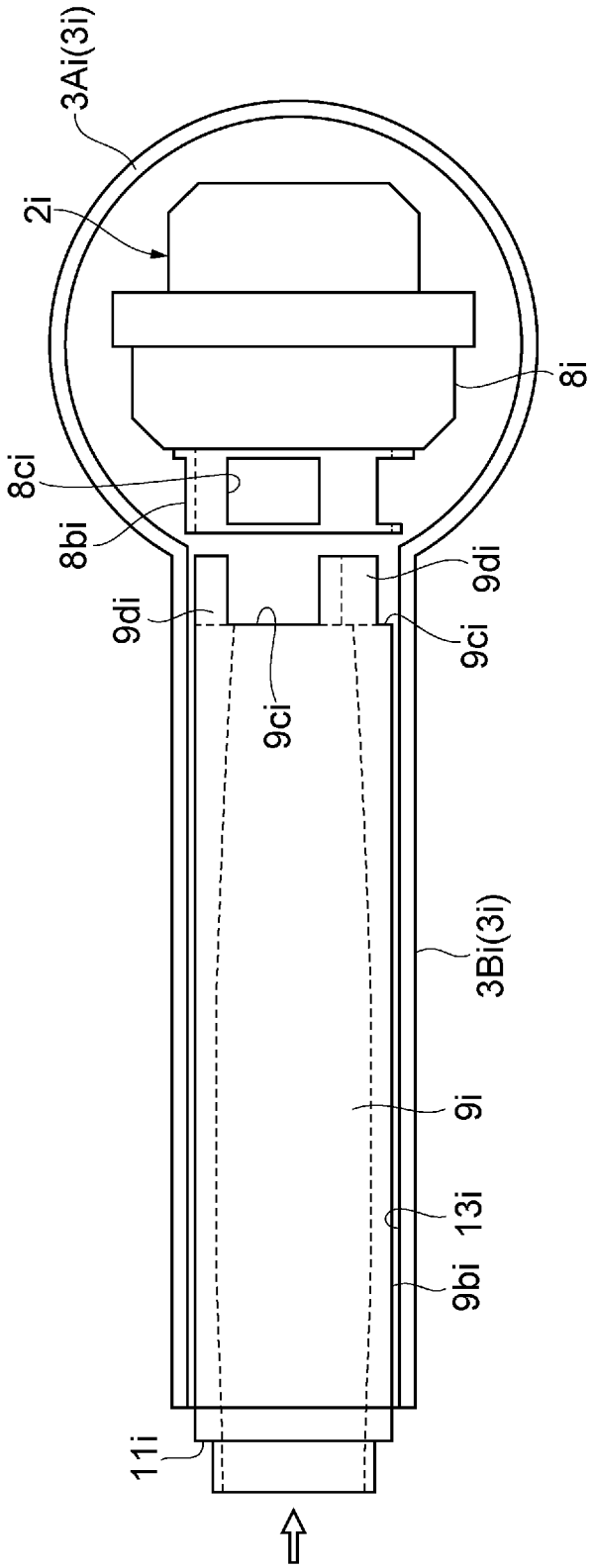
[図26]



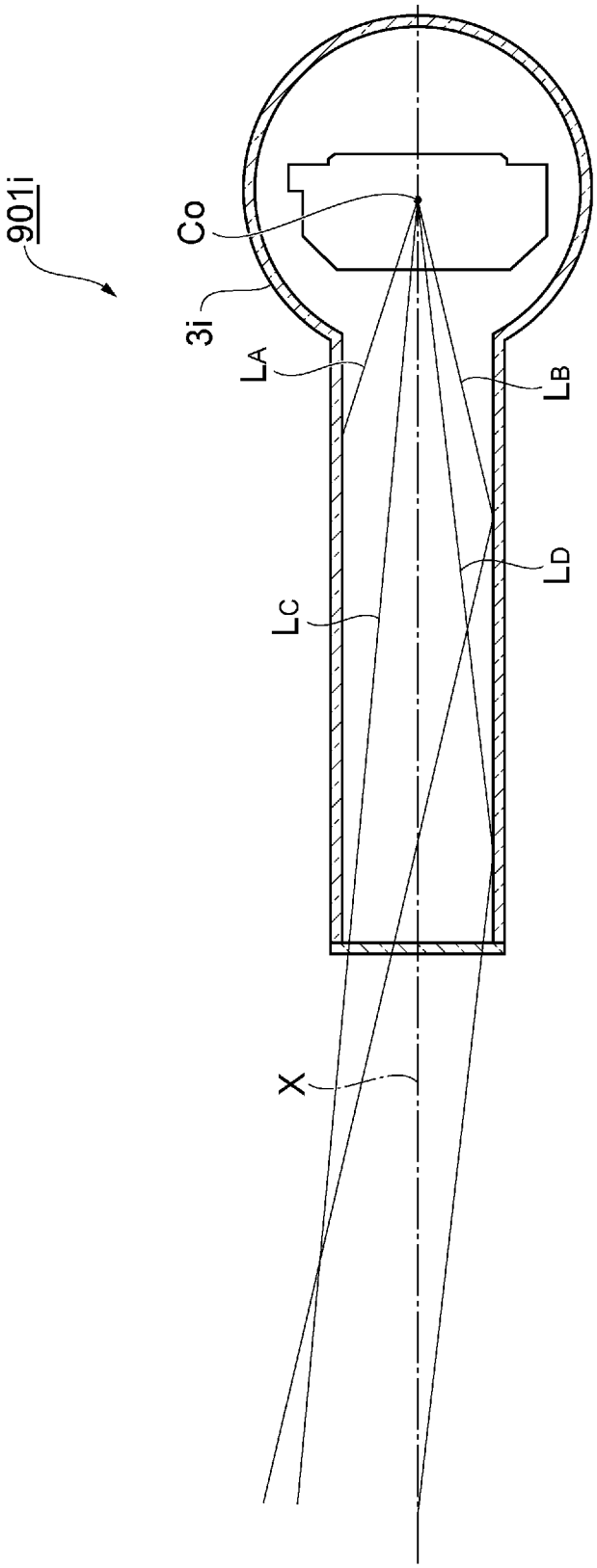
[図27]


(b)
9i
9ci
9di
9ai
9di
9bi
9ci
9ci
10i
9di
(a)
9di
9di
9ci
10i
9i
9ai
9bi
11i

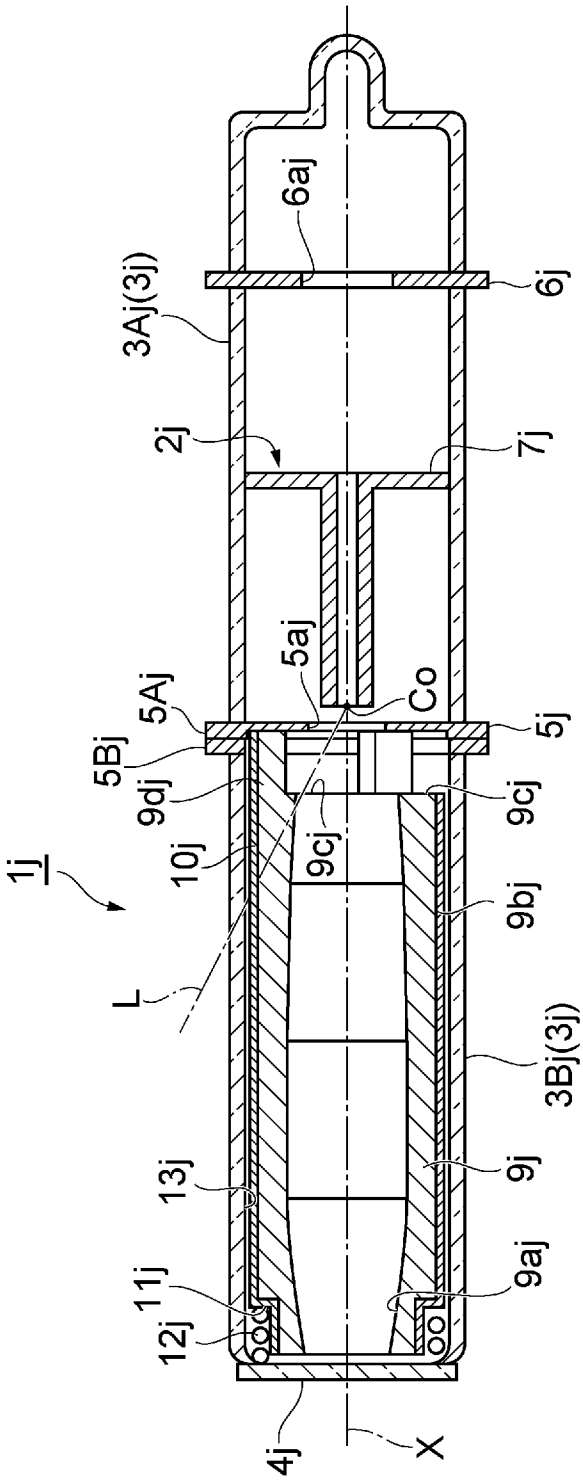
[図28]



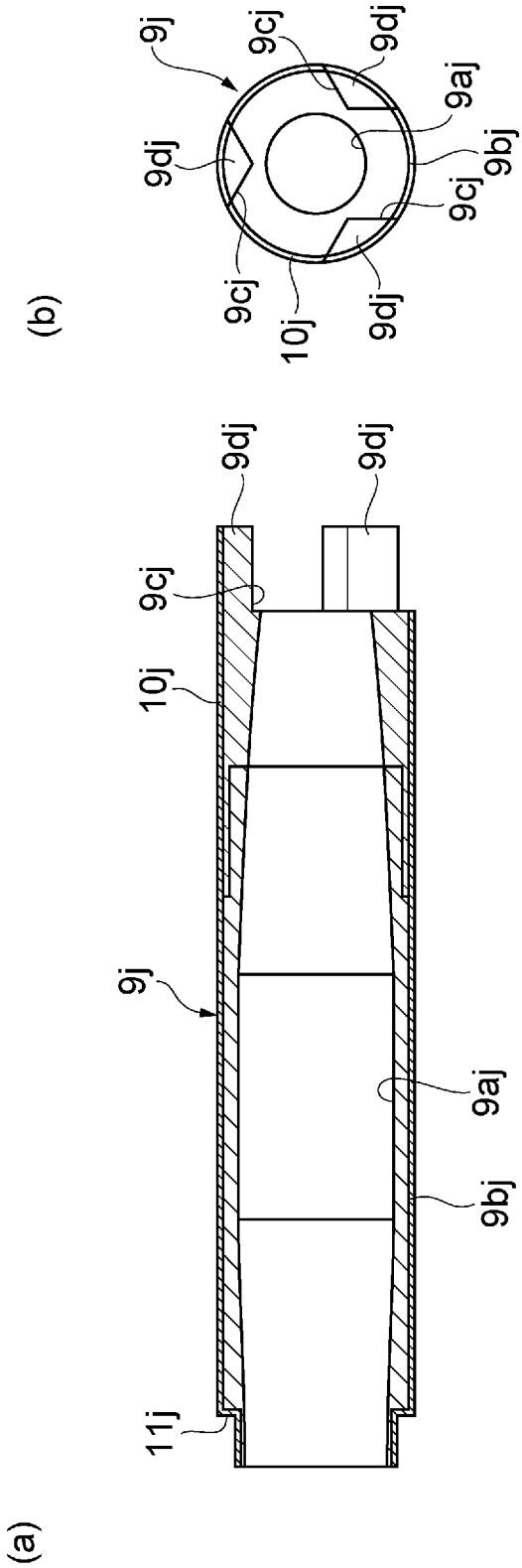
[図29]



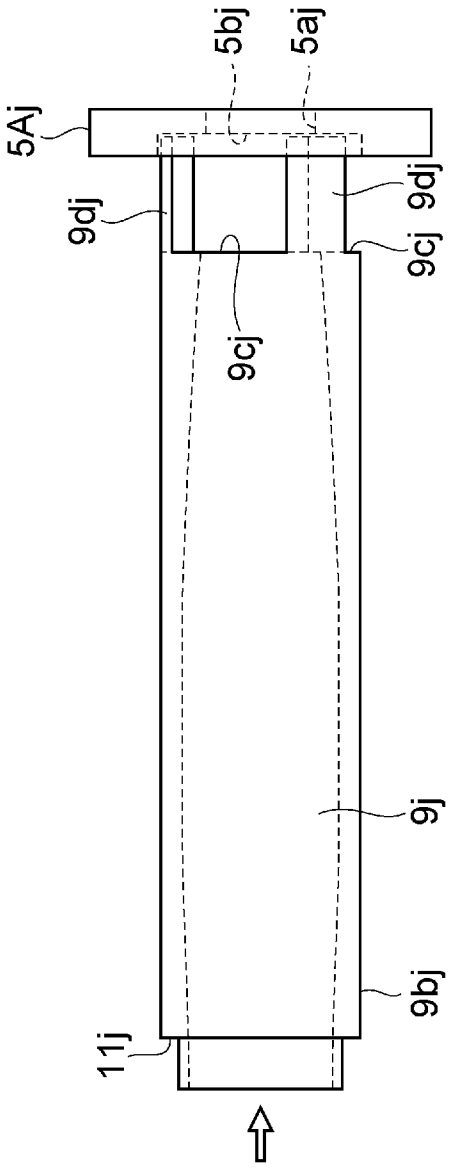
[図30]


6aj
6j
3Aj(3j)
2j
7j
5aj
Co
5Aj
5j
5Bj
9dj
9cj
10j
9cj
1j
9bj
L
3Bj(3j)
13j
9j
11j
9aj
12j
4j
X

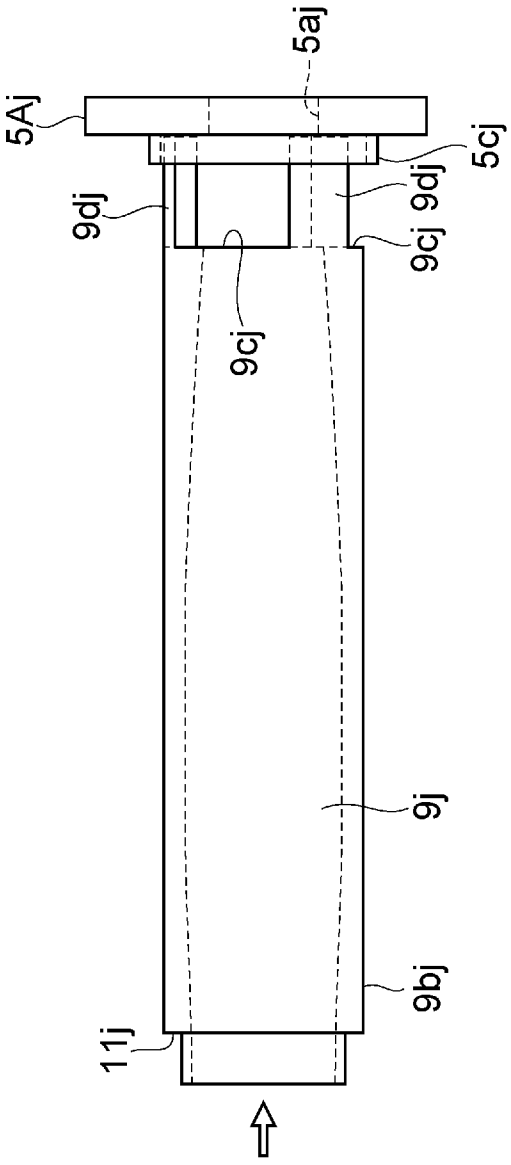
[図31]


(b)
9j
9cj
9dj
9aj
9dj
9bj
9cj
9cj
10j
9dj
(a)
9dj
9dj
9cj
10j
9j
9aj
9bj
11j

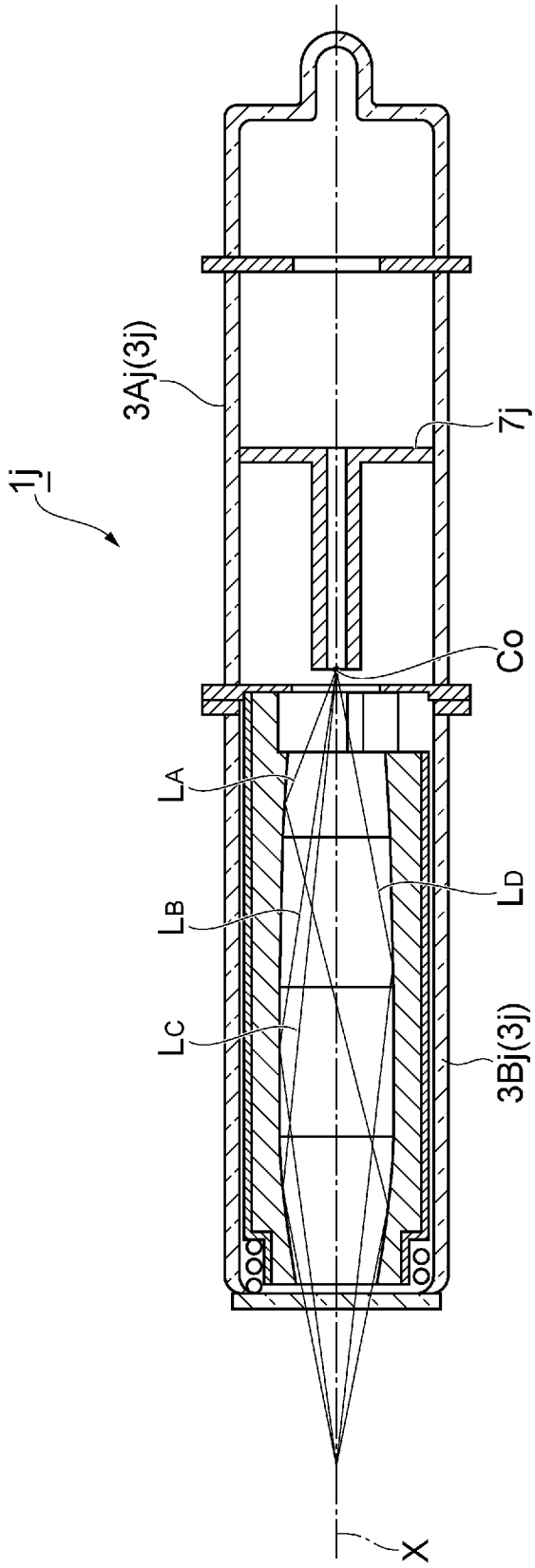
[図32]



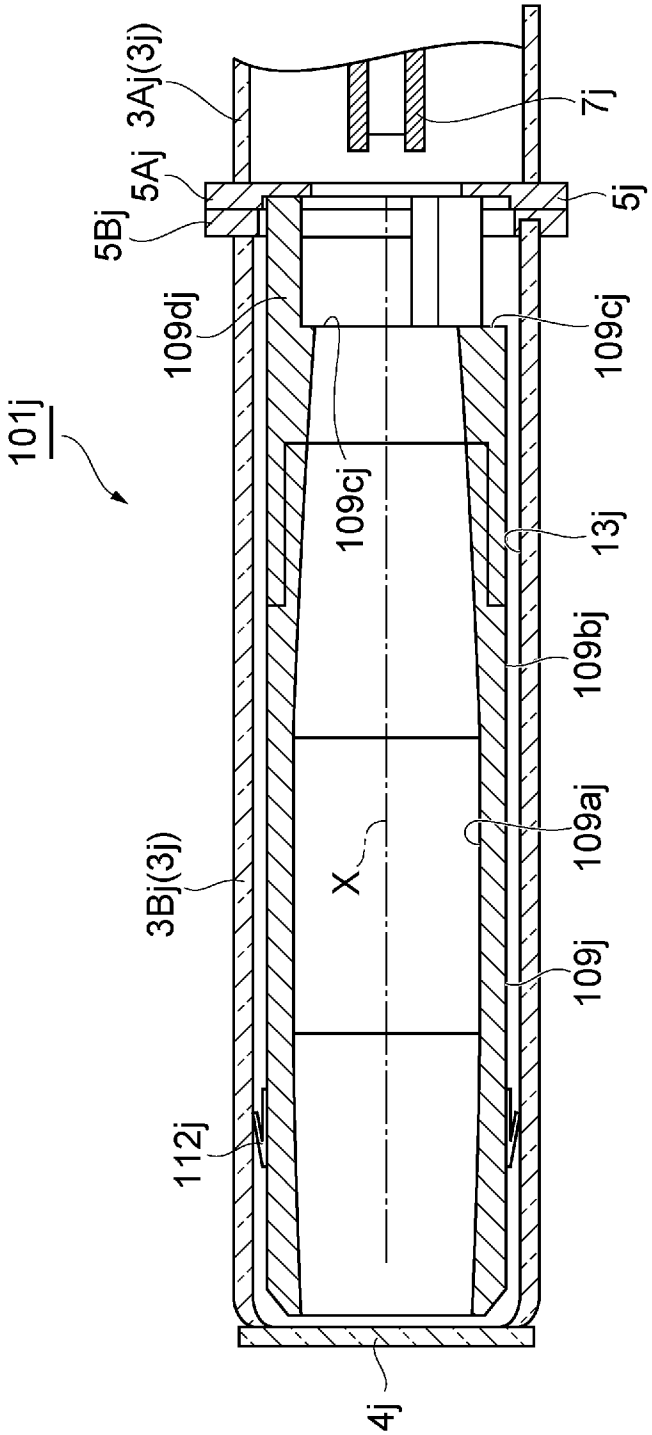
[図33]



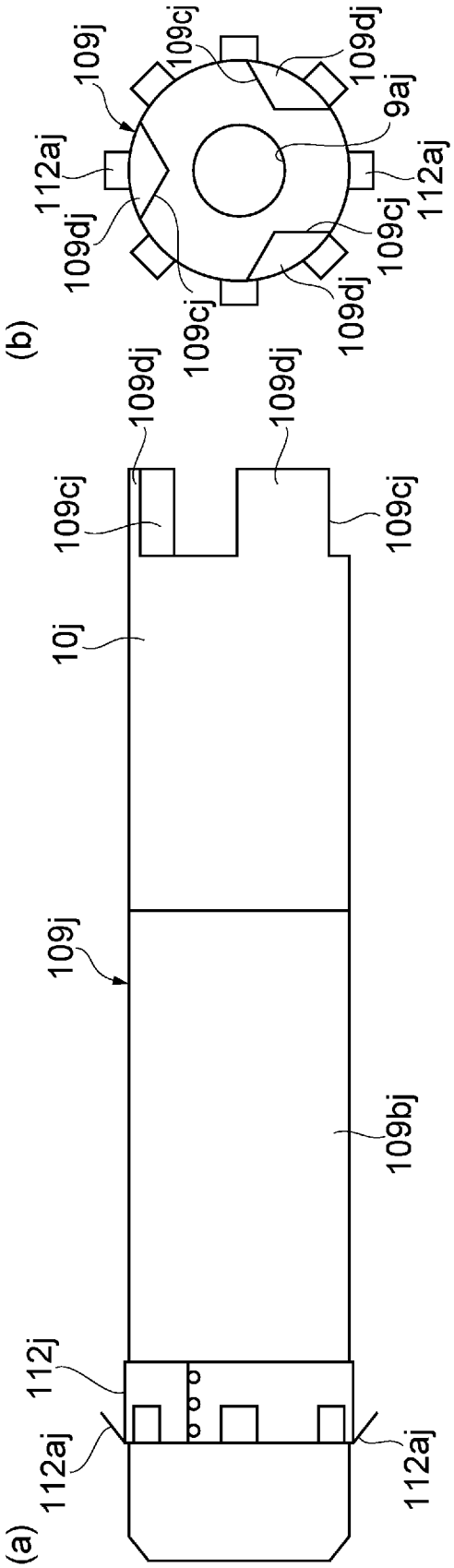
[図34]



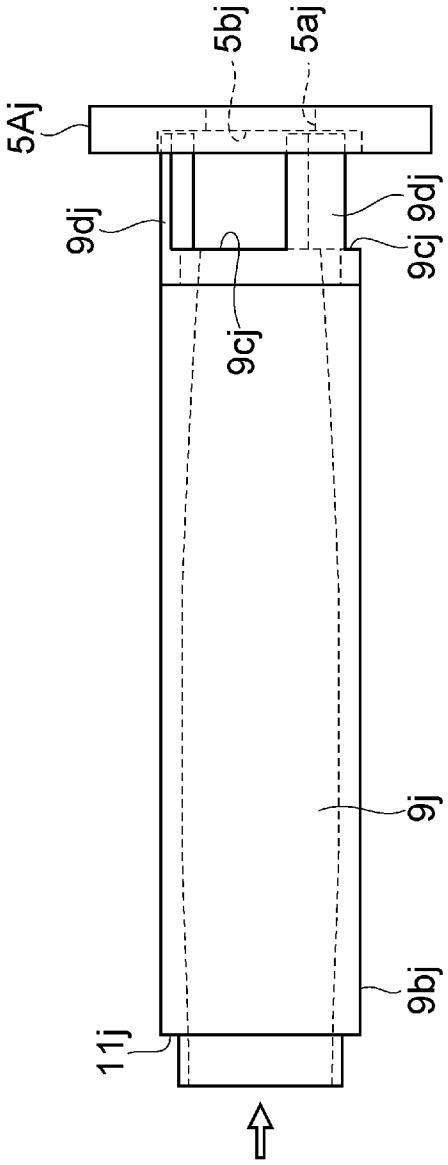
[図35]


3Aj(3j)
7j
5Aj
5Bj
5j
109dj
109cj
101j
109cj
13j
109bj
3Bj(3j)
X
109aj
109j
112j
4j

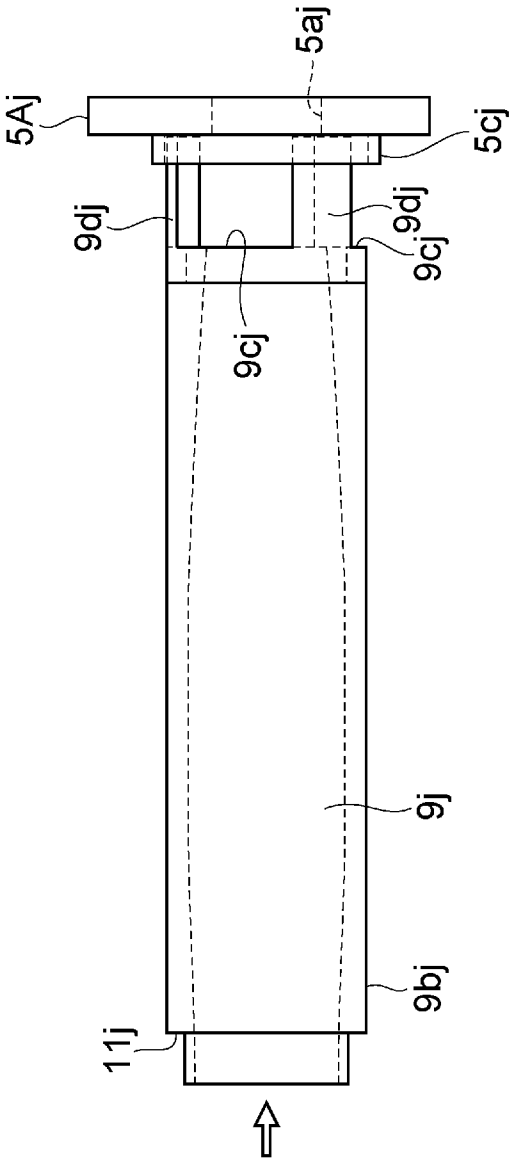
[図36]


(b)
109j
109cj
109dj
9aj
112aj
109dj
109cj
109dj
109dj
109dj
109cj
109cj
10j
109j
109bj
112j
112aj
112aj
(a)

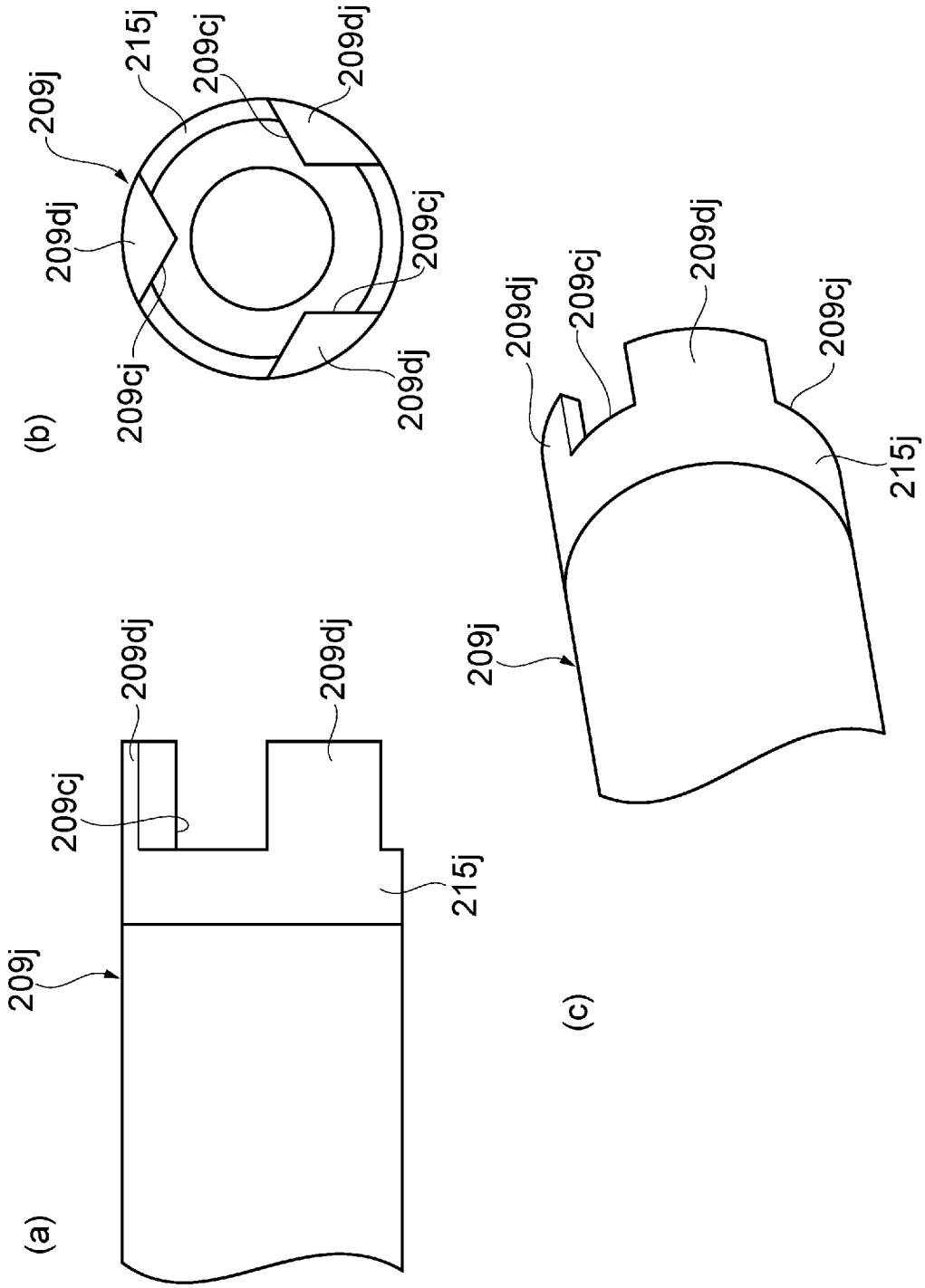
[図37]



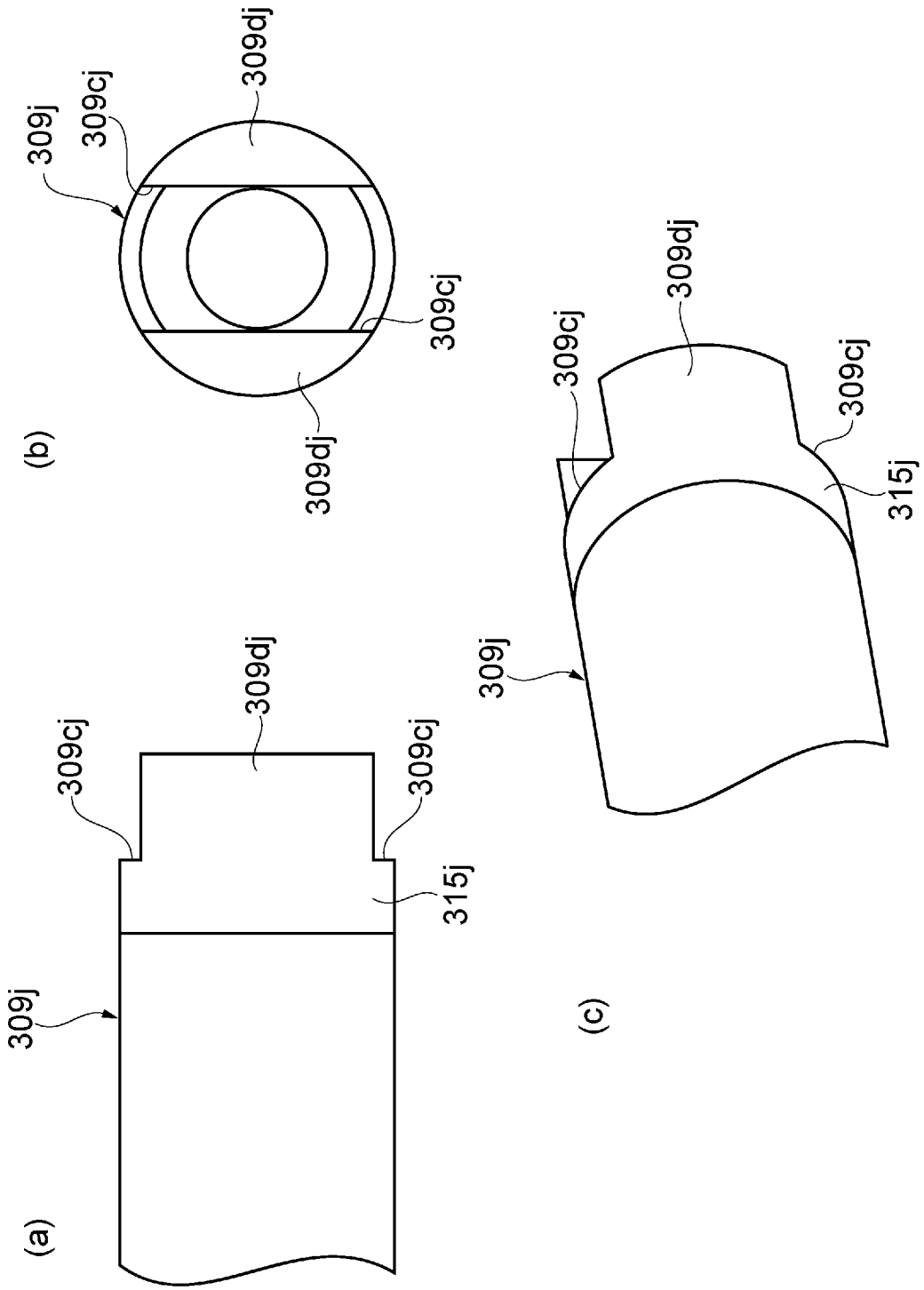
[図38]



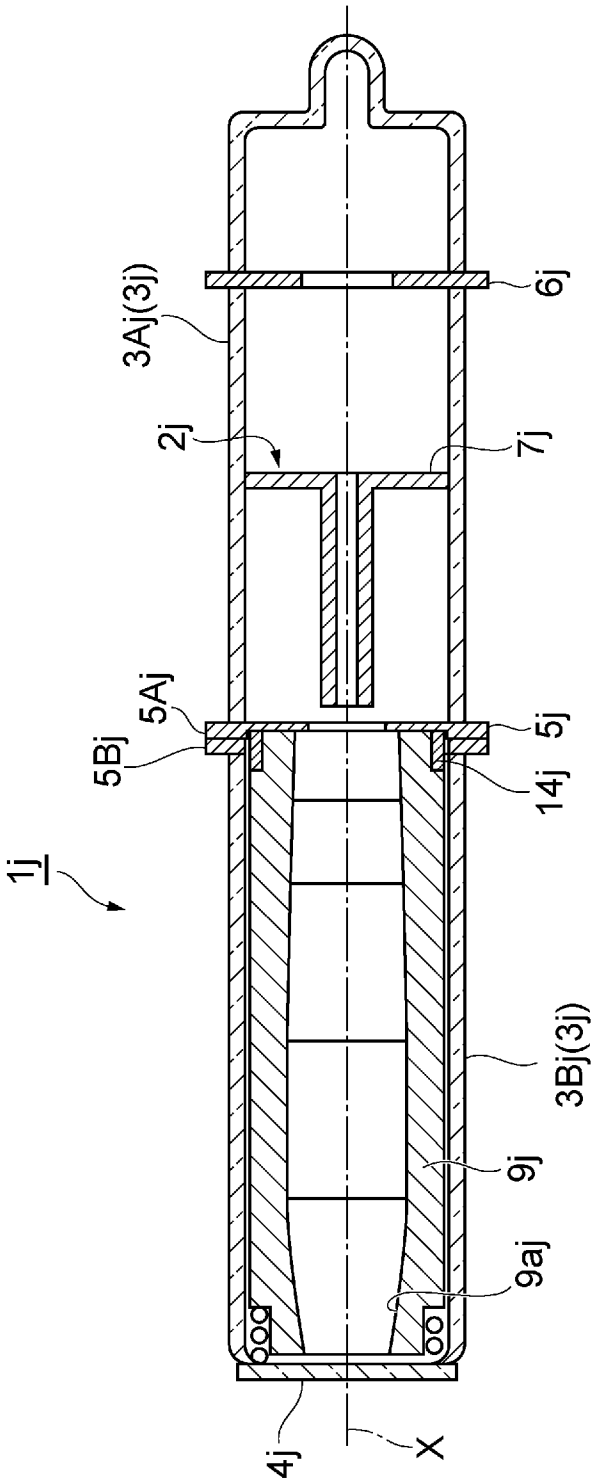
[図39]


(a)
209j
209cj
209dj
209dj
215j
(b)
209j
209dj
209cj
215j
209cj
209dj
209dj
209cj
(c)
209j
209dj
209cj
209dj
209cj
215j

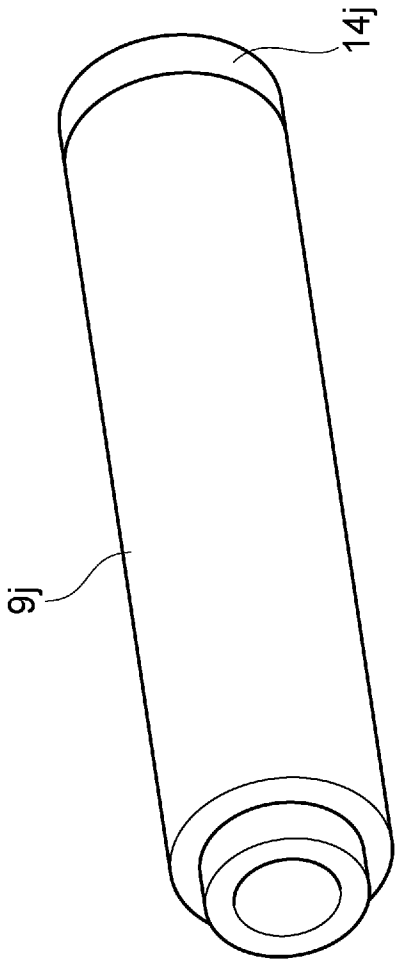
[図40]


309dj
309cj
309j
309cj
309cj
309dj
(b)
309dj
309cj
309cj
315j
309j
(a)
309cj
309dj
309cj
315j
309j
(c)

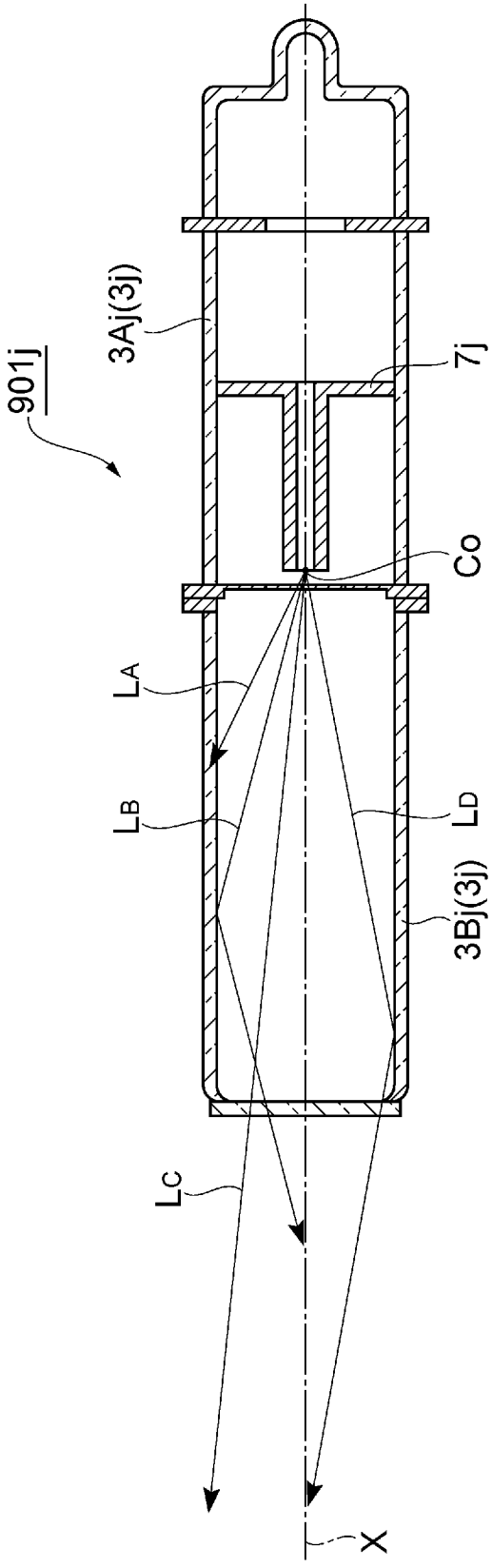
[図41]



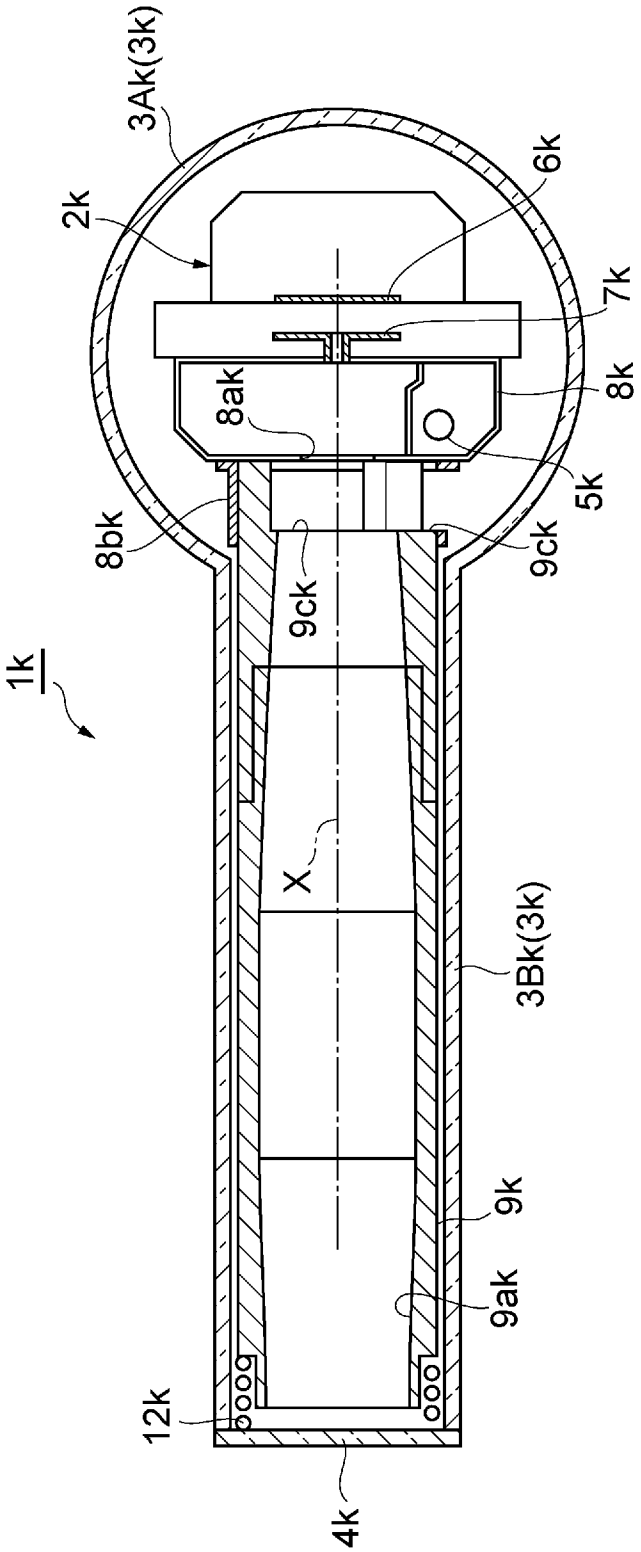
[図42]



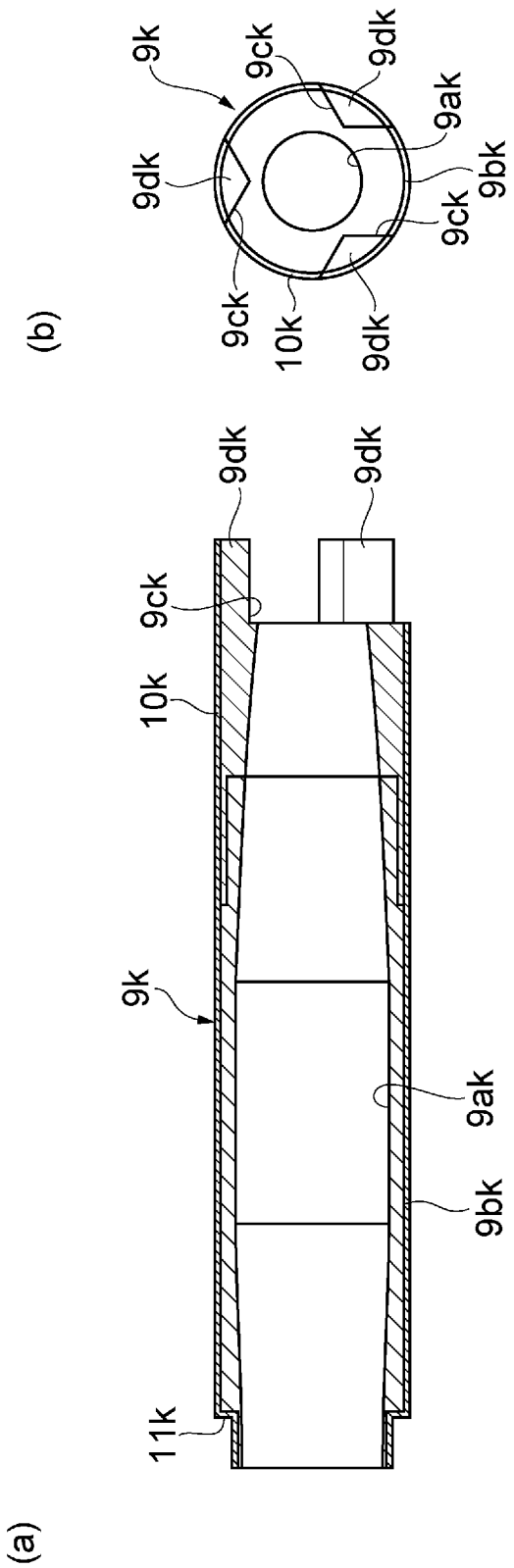
[図43]



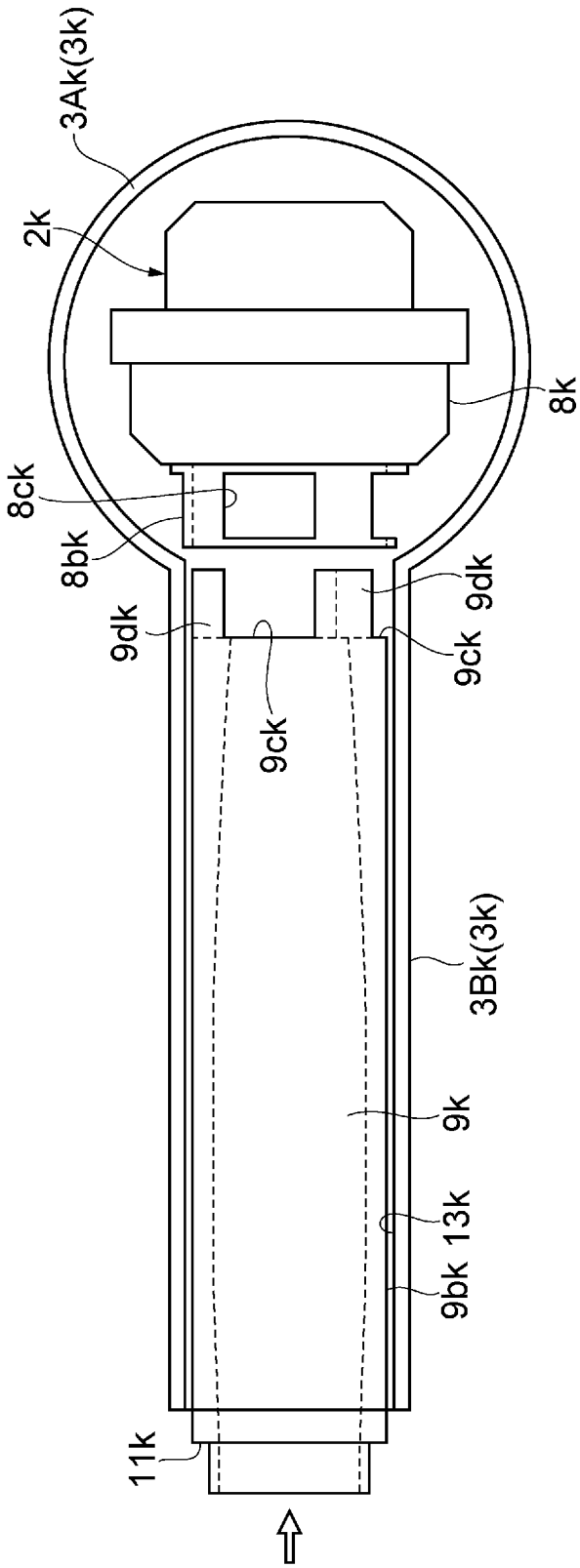
[図44]



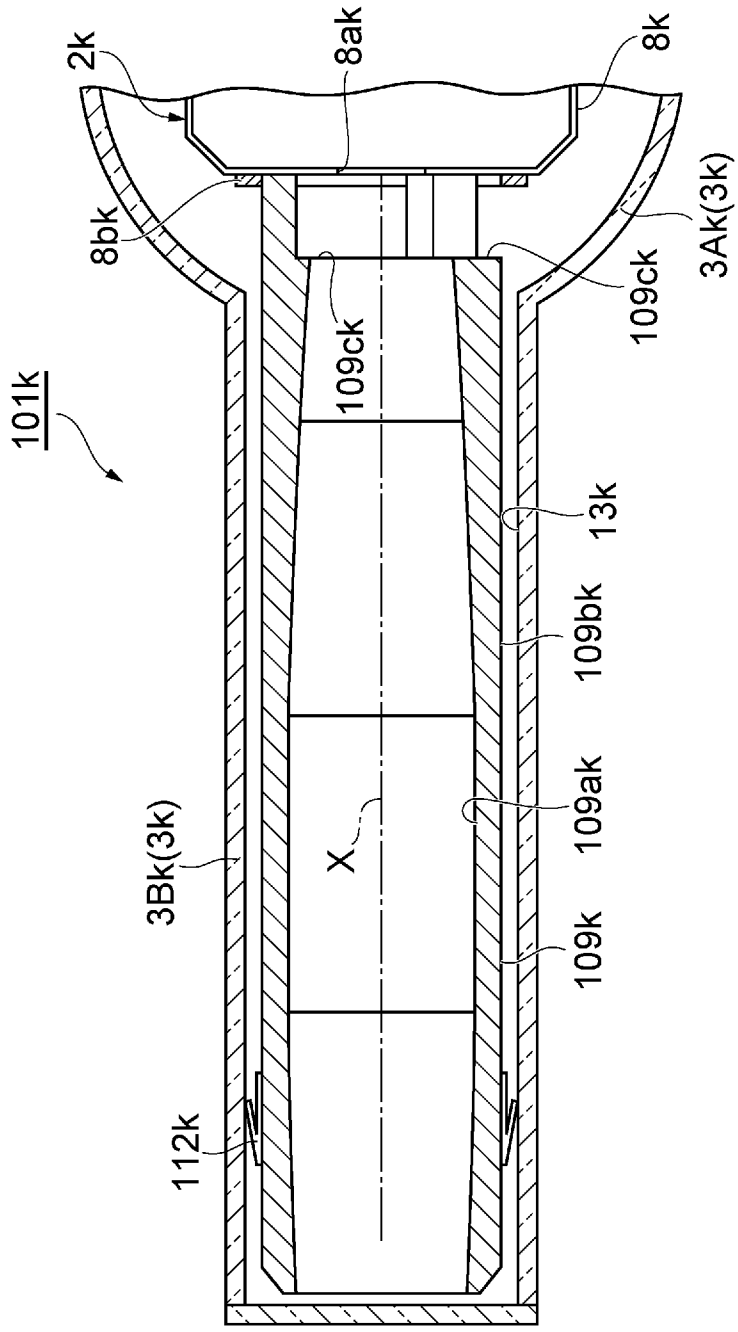
[図45]


(b)
9k
9ck
9dk
9ak
9dk
9bk
9ck
9ck
10k
9dk
(a)
9dk
9dk
9ck
10k
9k
9ak
9bk
11k

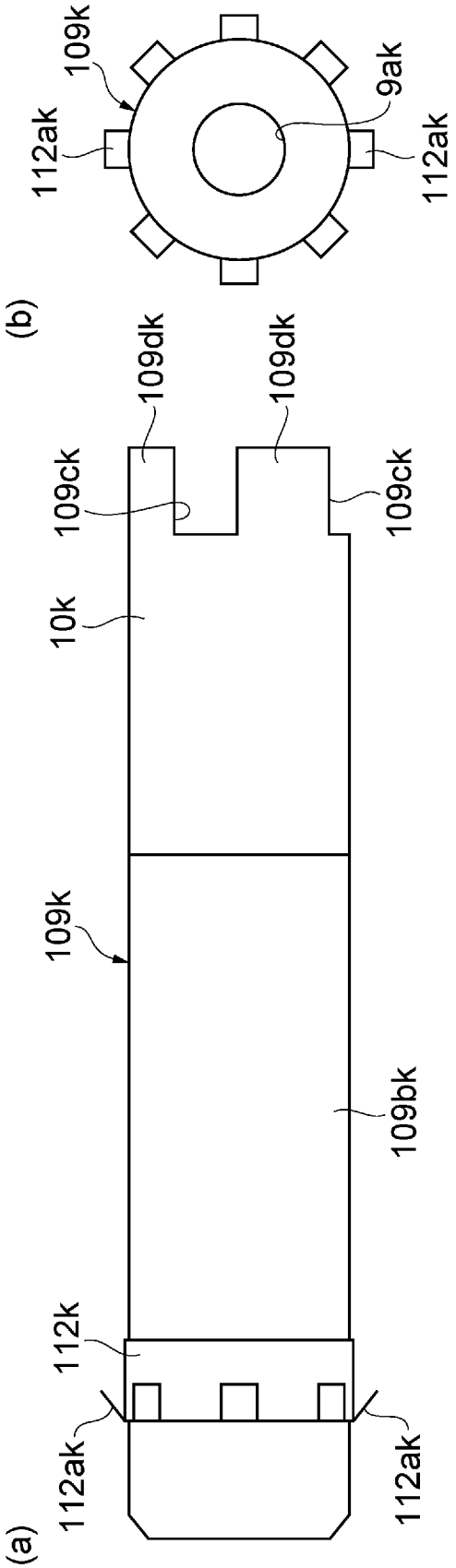
[図46]



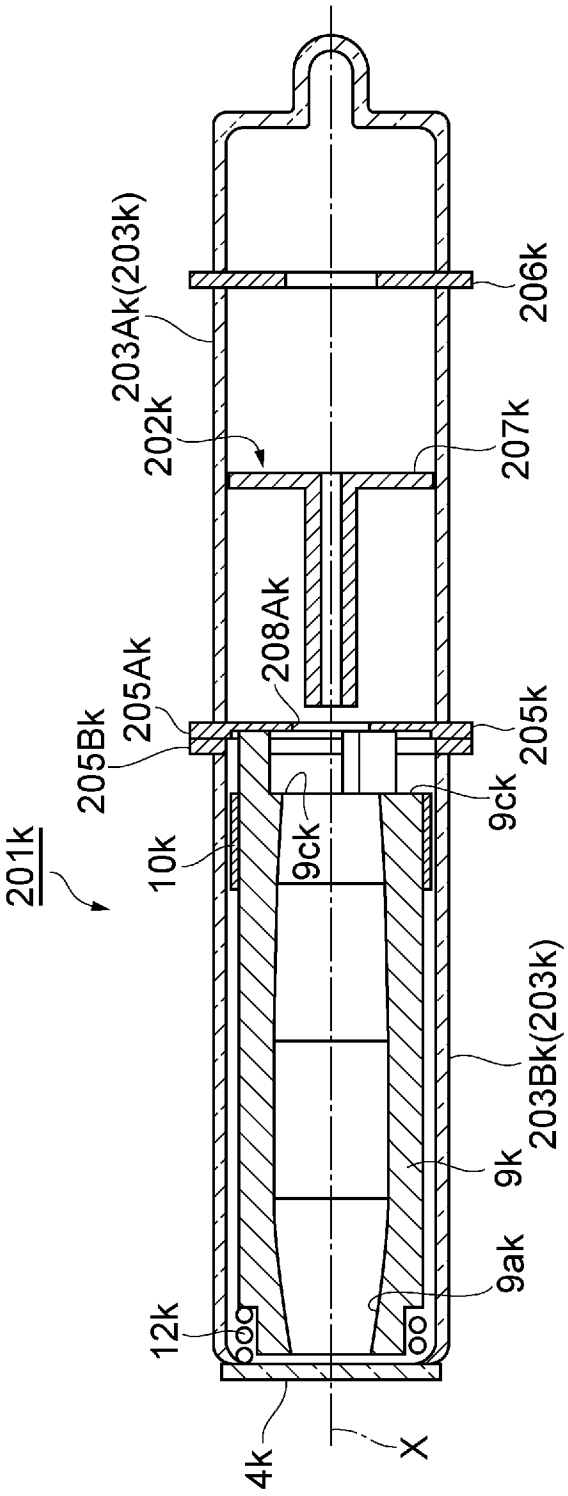
[図47]


2k
8ak
8k
8bk
3Ak(3k)
109ck
109ck
101k
13k
109bk
109ak
X
3Bk(3k)
109k
112k

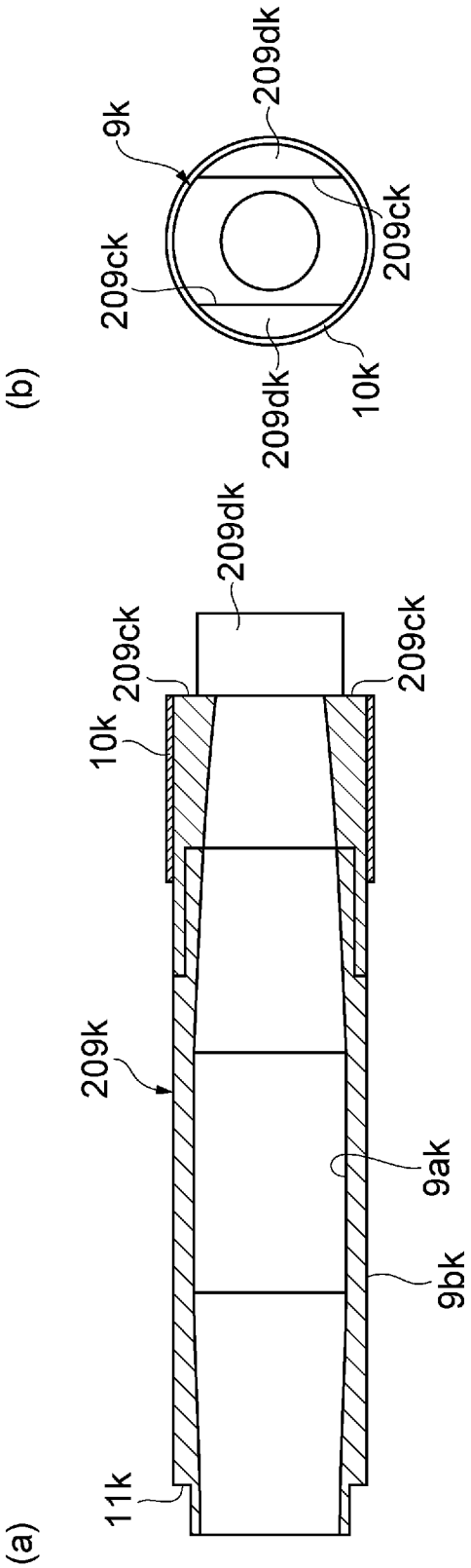
[図48]


109k
9ak
112ak
112ak
(b)
109dk
109dk
109ck
109ck
10k
109k
109bk
112k
112ak
112ak
(a)

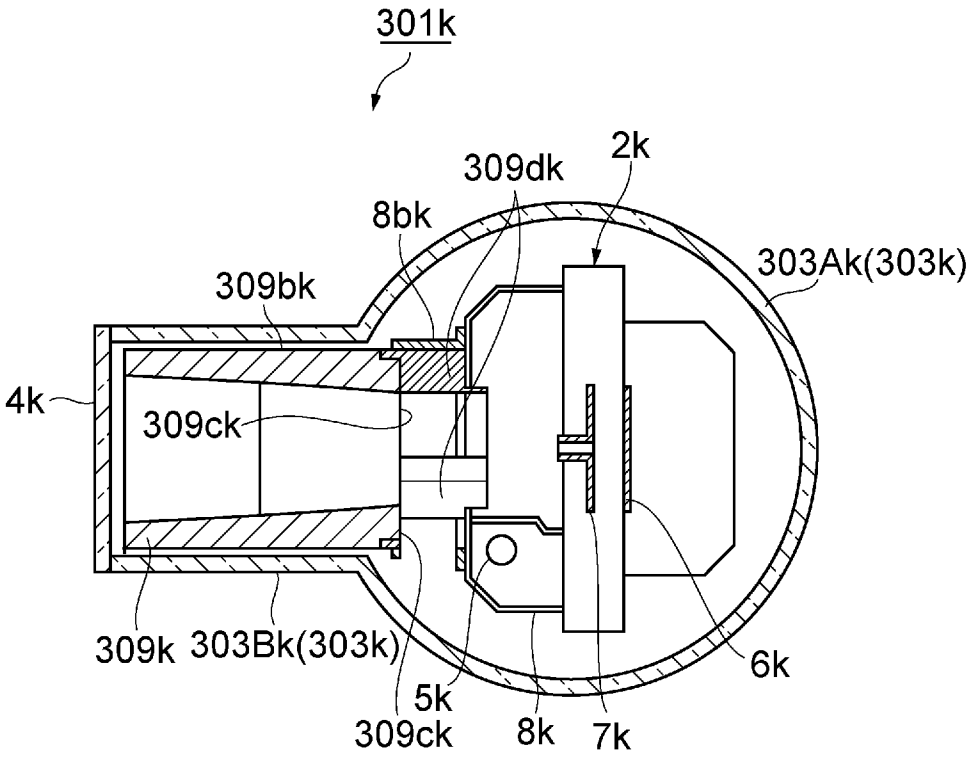
[図49]


203Ak(203k)
206k
202k
207k
208Ak
205Ak
205Bk
205k
9ck
9ck
201k
10k
203Bk(203k)
9k
9ak
12k
4k
X

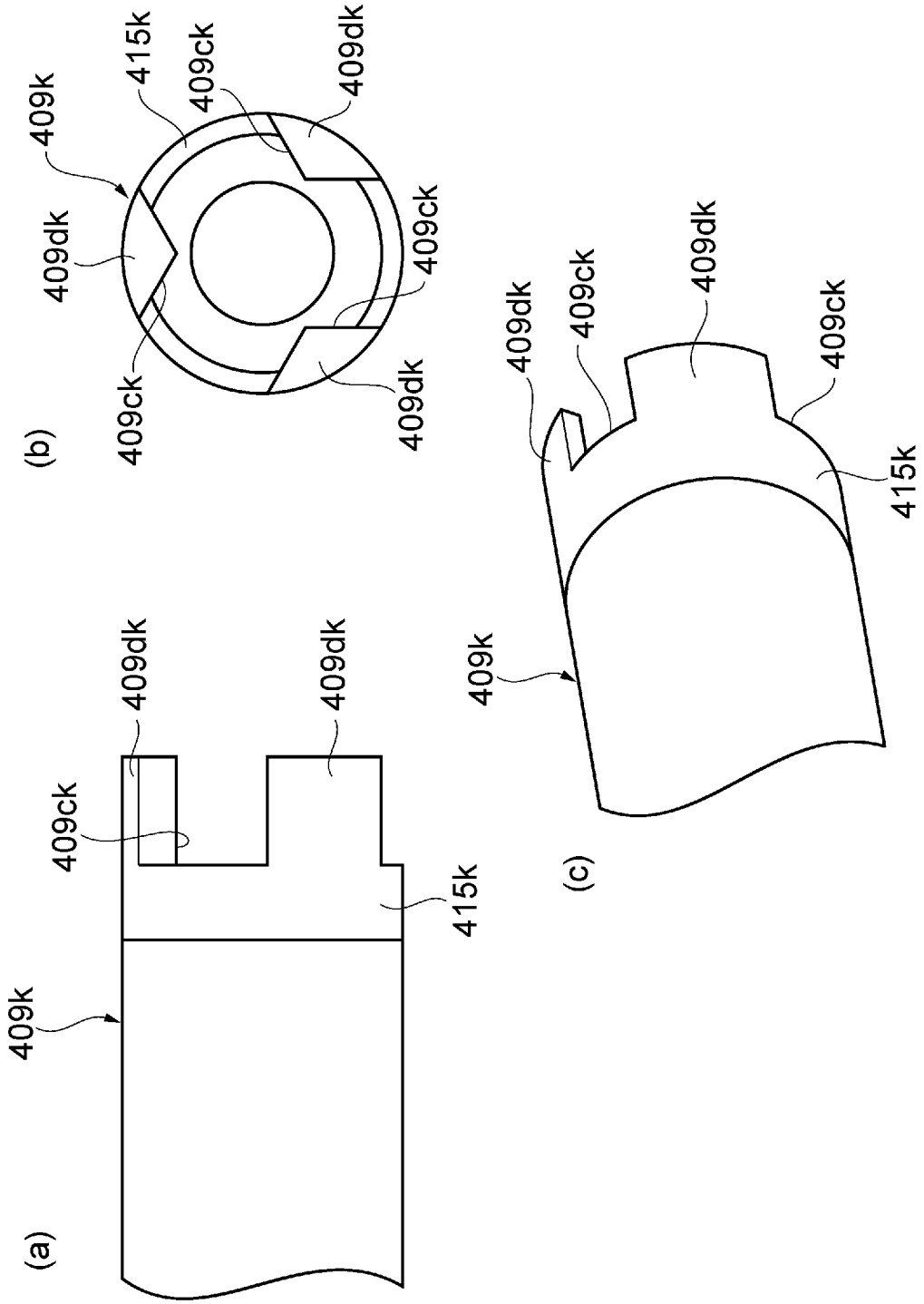
[図50]


(b)
9k
209dk
209ck
209ck
209dk
10k
(a)
209dk
209ck
209ck
10k
209k
9ak
9bk
11k

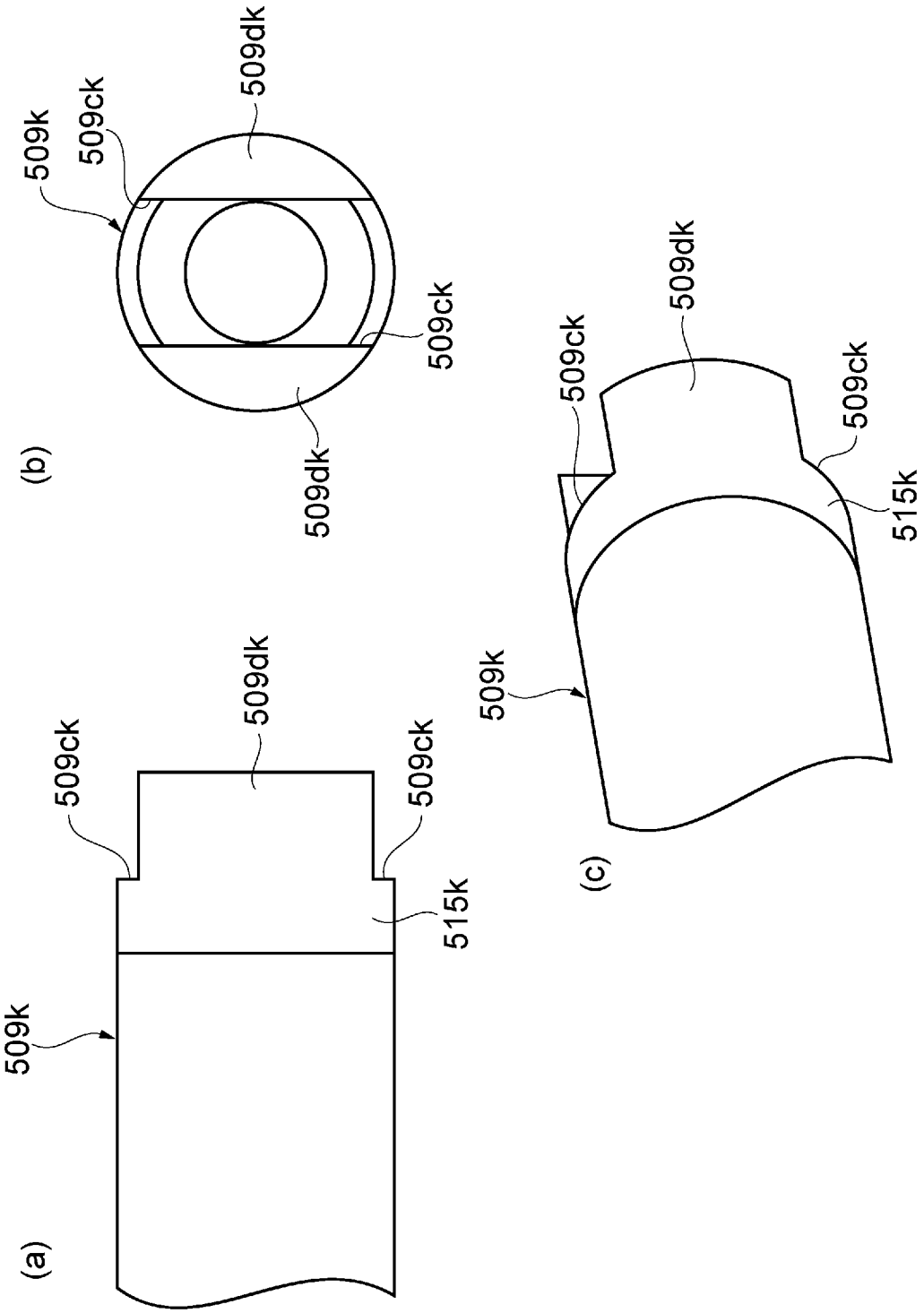
[図51]


301k
2k
309dk
8bk
303Ak(303k)
309bk
4k
309ck
309k
303Bk(303k)
5k
309ck
8k
7k
6k

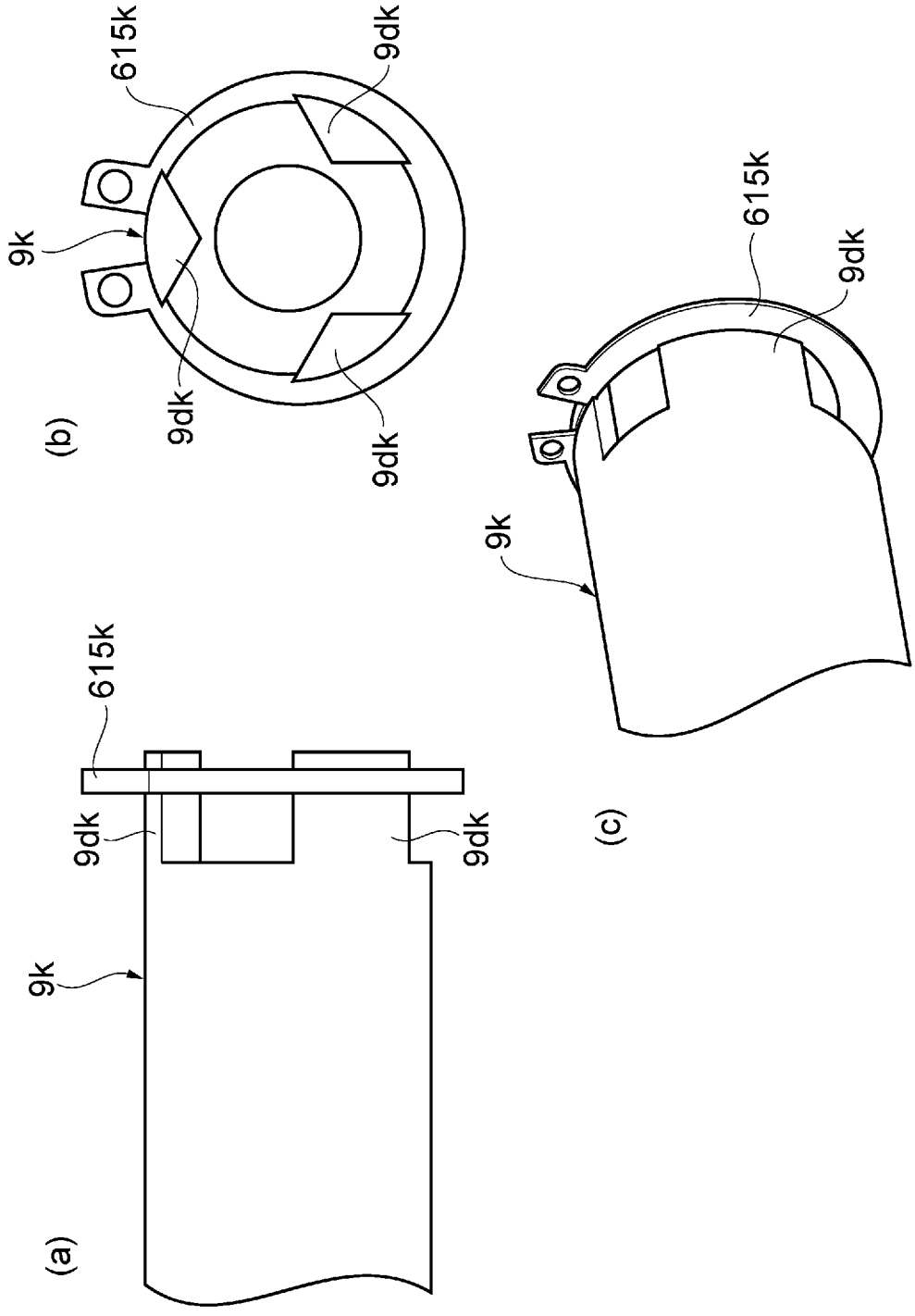
[図52]


409k
415k
409ck
409dk
409dk
409ck
409ck
409dk
(b)
409dk
409dk
409ck
409ck
415k
409k
(c)
409dk
409dk
409ck
415k
409k
(a)

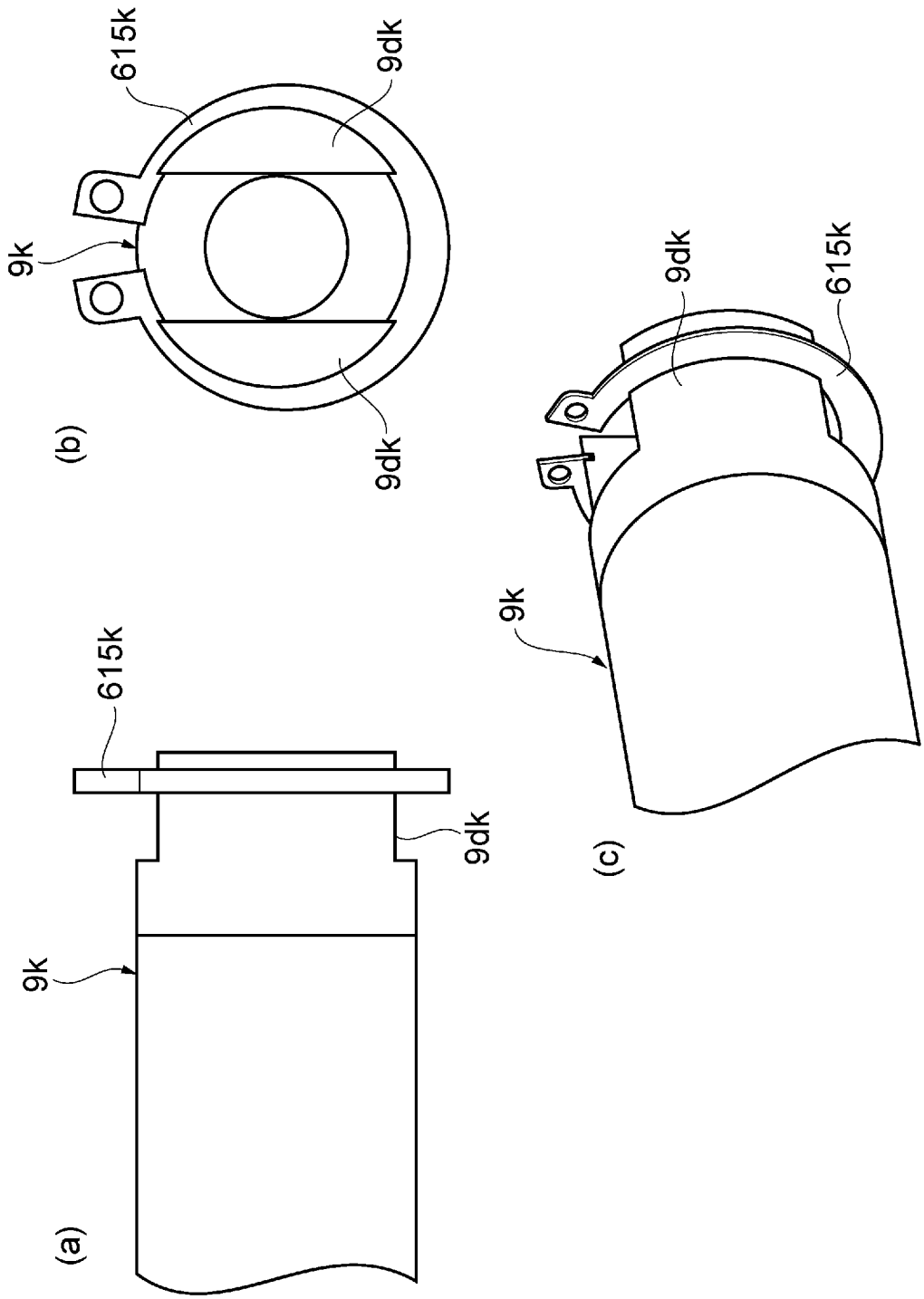
[図53]


509dk
509ck
509k
509ck
509dk
(b)
509dk
509ck
509ck
515k
509k
(c)
509dk
509ck
509ck
515k
509k
(a)

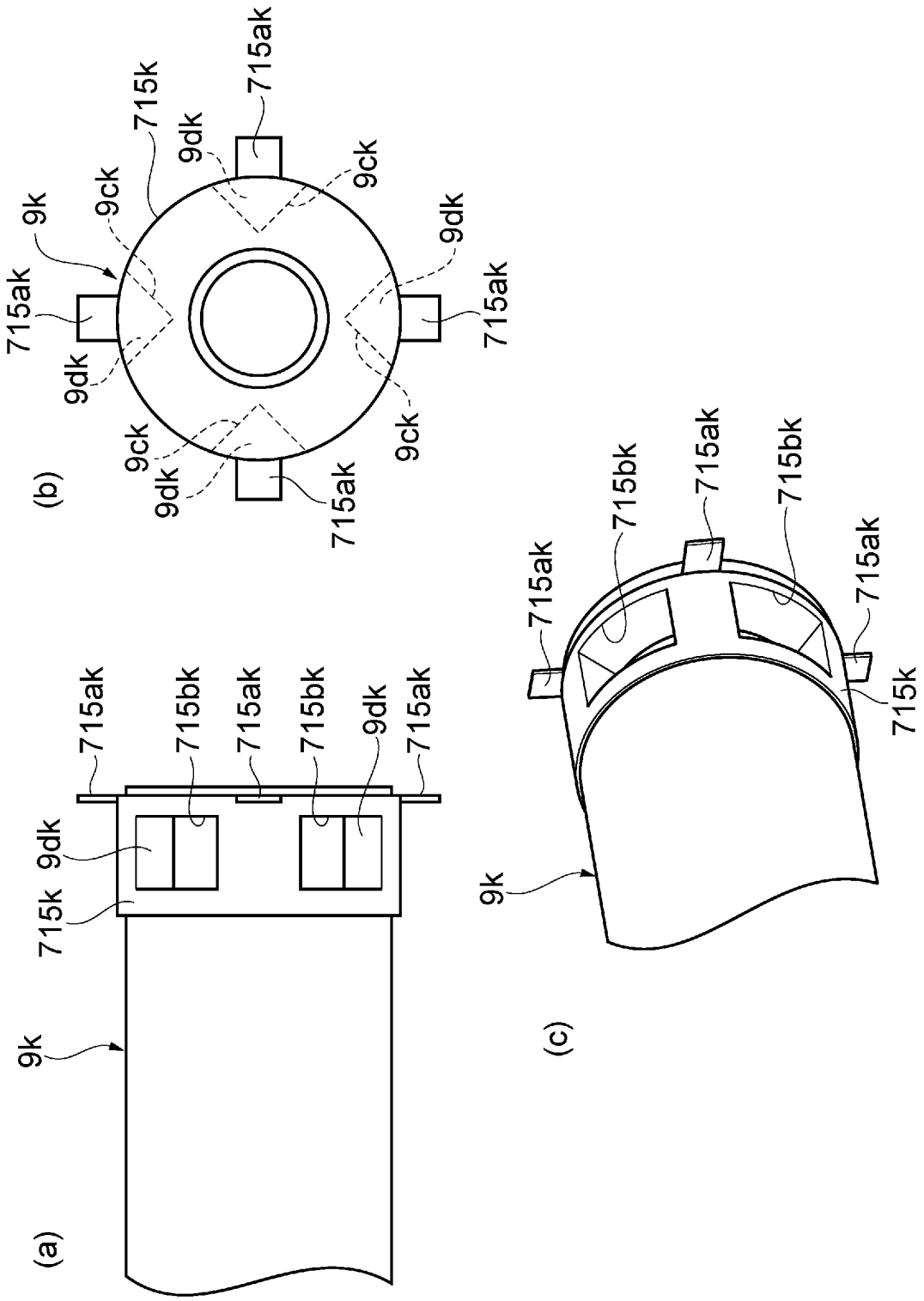
[図54]



[図55]



[図56]


(a)
9k
715k
9dk
715ak
715bk
715ak
715bk
9dk
715ak
(b)
9k
715ak
9dk
9ck
715k
9dk
9ck
715ak
9dk
9ck
715ak
9ck
9dk
715ak
(c)
9k
715ak
715bk
715ak
715bk
715ak
715k

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/068601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J61/30(2006.01)i, *H01J61/12*(2006.01)i, *H01J61/52*(2006.01)i, *H01J61/68*(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)
H01J61/00-61/98, F21V7/00-7/22

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus(JDreamII), JST7580(JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-48629 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 22 February 2007 (22.02.2007), entire text; all drawings & US 2010/0156263 A1 & WO 2007/018206 A1	1-34
A	JP 2010-27268 A (Ushio Inc.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0016] to [0017]; fig. 2 (Family: none)	1-34
A	JP 2009-216824 A (Seiko Epson Corp.), 24 September 2009 (24.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-34

☒ 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
14 September, 2011 (14.09.11)	27 September, 2011 (27.09.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/068601

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 2007-12471 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 18 January 2007 (18.01.2007), entire text; all drawings & US 2008/0246400 A1 & EP 1830390 A1 & WO 2007/004319 A1 & CN 101031992 A & KR 10-2007-0120871 A	1-34

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０６８６０１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J61/30(2006.01)i, H01J61/12(2006.01)i, H01J61/52(2006.01)i, H01J61/68(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.　H01J61/00-61/98, F21V7/00-7/22

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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）

JSTPlus(JDreamII), JST7580(JDreamII)

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
Ａ	JP 2007-48629 A（浜松ホトニクス株式会社） 2007.02.22 全文、全図 & US 2010/0156263 A1 & WO 2007/018206 A1	１－３４
Ａ	JP 2010-27268 A（ウシオ電機株式会社） 2010.02.04 【００１６】－【００１７】、図２ （ファミリーなし）	１－３４

☑　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
１４．０９．２０１１	２７．０９．２０１１

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）　２Ｇ　９８０６
山口　剛
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 2009-216824 A (セイコーエプソン株式会社) 2009.09.24 全文、全図 (ファミリーなし)	１－３４
Ａ	JP 2007-12471 A (浜松ホトニクス株式会社) 2007.01.18 全文、全図 & US 2008/0246400 A1 & EP 1830390 A1 & WO 2007/004319 A1 & CN 101031992 A & KR 10-2007-0120871 A	１－３４