(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7548452号
(P7548452)

(45)発行日　令和6年9月10日(2024.9.10)

(24)登録日　令和6年9月2日(2024.9.2)

(51)国際特許分類

Ｈ０１Ｊ　49/04　(2006.01)	Ｈ０１Ｊ	49/04	４００
Ｈ０１Ｊ　49/16　(2006.01)	Ｈ０１Ｊ	49/16	５００
Ｈ０１Ｊ　49/26　(2006.01)	Ｈ０１Ｊ	49/04	６８０
	Ｈ０１Ｊ	49/26	

ＦＩ

請求項の数　9　（全19頁）

(21)出願番号　特願2023-556087(P2023-556087)
(86)(22)出願日　令和3年11月1日(2021.11.1)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/040214
(87)国際公開番号　WO2023/073983
(87)国際公開日　令和5年5月4日(2023.5.4)
審査請求日　令和6年1月11日(2024.1.11)

(73)特許権者　000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地
(74)代理人　100141852
弁理士　吉本 力
(72)発明者　坂越 祐介
日本国京都府京都市中京区西ノ京桑原町
１番地 株式会社島津製作所内
審査官　中尾 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　質量分析装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

イオン化室で試料をイオン化することにより生成されるイオンを真空室内に導入し、当該イオンを検出器で検出する質量分析装置であって、

前記イオン化室及び前記真空室内を連通させる接続管と、

前記接続管が挿通され、当該接続管を加熱する接続本体部と、

前記接続本体部に対して前記イオン化室側に設けられ、前記接続管の端部が挿通される筒状のサンプリングコーンと、

前記接続管を前記接続本体部に対して固定するための固定部材と、

前記サンプリングコーン及び前記固定部材の少なくとも一方を係止対象物としたときに、当該係止対象物を前記接続本体部に係止させるための係止部とを備え、

前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの一方に設けられる前記係止部に対して、前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの他方が着脱可能である、質量分析装置。

【請求項２】

前記係止対象物は、回転を伴うことなく前記接続管の軸方向に沿って変位させることで、前記係止部を介して前記接続本体部に対する着脱が可能である、請求項１に記載の質量分析装置。

【請求項３】

前記係止部は、少なくとも弾性部材を含む、請求項１に記載の質量分析装置。

【請求項４】

前記弾性部材は、板ばねである、請求項３に記載の質量分析装置。
【請求項５】
前記係止部は、前記弾性部材の弾性変形に伴い変位する変位部材を含み、
前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの一方に設けられる前記係止部に対して、前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの他方が着脱される際、前記弾性部材の弾性変形を伴いつつ、前記変位部材が変位する、請求項３に記載の質量分析装置。
【請求項６】
前記係止部は、前記係止対象物を前記接続本体部に係止させるための凸部又は凹部を含む、請求項１に記載の質量分析装置。
【請求項７】
前記接続本体部は、ヒータと、当該ヒータからの熱を前記接続管に伝熱する加熱ブロックとを含み、
前記係止部は、前記加熱ブロックに設けられる、請求項１に記載の質量分析装置。
【請求項８】
前記係止部に電圧を印加することにより、当該係止部を介して前記接続管に対する通電を行う電圧印加部をさらに備える、請求項１に記載の質量分析装置。
【請求項９】
前記係止部は、第１係止部及び第２係止部を含み、
前記接続本体部及び前記サンプリングコーンのうちの一方に設けられる前記第１係止部に対して、前記接続本体部及び前記サンプリングコーンのうちの他方が着脱可能であり、
前記接続本体部及び前記固定部材のうちの一方に設けられる前記第２係止部に対して、前記接続本体部及び前記固定部材のうちの他方が着脱可能である、請求項１に記載の質量分析装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、質量分析装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
質量分析装置には、試料をイオン化するイオン化室と、イオン化室で生成されたイオンが導入される真空室とが備えられている（例えば、下記特許文献１参照）。イオン化室と真空室は、互いに隣接して配置され、区画壁が間に設けられることにより区画されている。イオン化室で生成されたイオンは、区画壁を貫通する細管からなる接続管を介して、イオン化室から真空室へと流入する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特許第４４５３５３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
このような質量分析装置では、接続管は、脱溶媒のために用いられる。また、接続管には、接続本体部によりその外周が取り囲まれる。さらに、接続本体部の接続管の軸方向に係る端部には、ネジを介して係止対象物が係止される。係止対象物としては、サンプリングコーン等が例示される。係止対象物は、ネジにより接続本体部に固定される。
【０００５】
質量分析装置、具体的には、接続管の周辺のメンテナンスの際は、係止対象物を接続本体部から分離させるために、ネジを工具で取り外す必要がある。また、前回のメンテナンスからの間隔が長いと、熱による固着等に起因して、ネジの取り外しが困難とされることがある。つまり、係止対象物が接続本体部にネジで係止される場合、様々な手間が生じる。

【０００６】
　また、メンテナンスを行う者が、取り外したネジを質量分析装置内に落とし、紛失する可能性もある。さらに、このことに起因して、質量分析装置が故障する虞もある。
【０００７】
　本発明は、係止対象物の変位による係止対象物と接続本体部との接続及び分離を可能としつつ、係止対象物を接続本体部に係止させることができる質量分析装置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】
【０００８】
　本発明の第１の態様は、イオン化室で試料をイオン化することにより生成されるイオンを真空室内に導入し、当該イオンを検出器で検出する質量分析装置であって、接続管と、接続本体部と、サンプリングコーンと、固定部材と、係止部とを備える。前記接続管は、前記イオン化室及び前記真空室内を連通させる。前記接続本体部は、前記接続管が挿通され、当該接続管を加熱する。前記サンプリングコーンは、前記接続本体部に対して前記イオン化室側に設けられ、前記接続管の端部が挿通される筒状である。前記固定部材は、前記接続管を前記接続本体部に対して固定する。前記係止部は、前記サンプリングコーン及び前記固定部材の少なくとも一方を係止対象物としたときに、当該係止対象物を前記接続本体部に係止させる。前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの一方に設けられる前記係止部に対して、前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの他方が着脱可能である。
【発明の効果】
【０００９】
　本発明の第１の態様によれば、係止対象物の変位による係止対象物と接続本体部との接続及び分離を可能としつつ、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】第１実施形態の質量分析装置の一例を示す概略図である。
【図２】第１実施形態の接続管の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。
【図３】第１実施形態の変形例に係る第１係止部の周辺の構成を示す概略断面図である。
【図４】第１実施形態の他の変形例に係る第１係止部の周辺の構成を示す概略断面図である。
【図５】第１実施形態の変形例に係る第２係止部の周辺の構成を示す概略断面図である。
【図６】第１実施形態の電圧印加部の一例を示す概略斜視図である。
【図７】第２実施形態の第１係止部の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。
【図８】第３実施形態の第１係止部の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。
【図９】第３実施形態の変形例に係る第１係止部の周辺の構成を示す概略断面図である。
【図１０】その他の変形例の係止対象物が接続本体部に係止される過程の一例を示す概略断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
１．質量分析装置の全体構成
　図１は、第１実施形態の質量分析装置１０の一例を示す概略図である。図１に示す質量分析装置１０は、液体クロマトグラフィーにより分離された試料中の成分に対して質量分析を行う液体クロマトグラフ質量分析装置である。この質量分析装置１０は、液体クロマトグラフ部１２及び質量分析部１４を備えている。なお、本発明は、液体クロマトグラフ質量分析装置以外の質量分析装置にも適用可能である。
【００１２】
　液体クロマトグラフ部１２は、カラム（図示は省略）を備えている。分析中は、例えばアセトニトリル又はメタノールなどの有機溶媒を含む移動相がカラムに導入される。カラムに導入される移動相には、所定量の試料が注入される。試料が注入された移動相はカラムに導入され、カラムを通過する過程で試料中の各成分が分離される。カラムで分離され

た試料中の各成分は、質量分析部１４に順次供給される。
【００１３】
質量分析部１４内には、イオン化室１６、真空室１８及び分析室２０が形成されている。イオン化室１６内は、略大気圧となっている。真空室１８及び分析室２０は、それぞれ真空ポンプ（図示は省略）の駆動により真空状態とされる。
【００１４】
イオン化室１６は、真空室１８と互いに連通し、分析室２０は、真空室１８と互いに連通する。つまり、イオン化室１６は、真空室１８を介して分析室２０と連通する。また、イオン化室１６、真空室１８及び分析室２０は、この順序に従って段階的に真空度が高くなるように構成されている。
【００１５】
イオン化室１６には、プローブ２２が設けられている。プローブ２２は、例えばＥＳＩ法（Electrospray ionization：エレクトロスプレーイオン化法）により液体試料を噴霧する。プローブ２２では、試料に対して電荷が付与されることにより、試料が帯電され、試料中の各成分由来のイオンが生成される。このように、イオン化室１６では、液体クロマトグラフ部１２から供給された試料がイオン化される。
【００１６】
イオン化室１６と真空室１８とは、区画壁２４により区画されており、その区画壁２４には、接続管２６が貫通している。つまり、接続管２６は、イオン化室１６及び真空室１８内を連通させる。接続管２６は、細管からなり、脱溶媒のために用いられる。
【００１７】
また、真空室１８には、イオンを収束させつつ分析室２０へ送るためのイオンガイド２８が設けられている。なお、イオン化室１６に連通する真空室１８は、多段に構成されてもよい。
【００１８】
分析室２０は、小孔からなるスキマー３０を介して、真空室１８と連通している。イオン化室１６で生成されたイオンは、接続管２６を介して真空室１８に導入された後、スキマー３０を通って分析室２０へと流入する。
【００１９】
分析室２０には、例えば四重極フィルタ３２及び検出器３４が設けられている。真空室１８から分析室２０に流入するイオンは、四重極フィルタ３２により質量電荷比に応じて分離され、特定の質量電荷比を有するイオンのみが四重極フィルタ３２を通過する。四重極フィルタ３２を通過したイオンは、検出器３４に入射する。検出器３４では、到達したイオン数に応じた電流が検出信号として出力される。
【００２０】
このような質量分析装置１０によれば、イオン化室１６で試料をイオン化することにより生成されるイオンを真空室１８内に導入し、そのイオンを検出器３４で検出することができる。
【００２１】
２．接続管の周辺の構成
図２は、第１実施形態の接続管２６の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。接続管２６は、導電性及び熱伝導性を有する金属により形成され、その接続管２６は、図２に示すように接続本体部４０等に対して挿通されている。
【００２２】
接続本体部４０は、接続管２６を加熱するために設けられ、接続管２６の外周を取り囲む。接続本体部４０は、加熱ブロック４２、ヒータ４４、フランジ部材４６及びシール部材４８等により構成される。
【００２３】
加熱ブロック４２は、導電性及び熱伝導性を有する金属により形成される。また、加熱ブロック４２は、イオン化室１６側に突出する突出部４２ａを含む。

【００２４】
さらに、加熱ブロック４２には、その長手方向に延びる貫通孔４２ｂが形成されている。接続管２６は、貫通孔４２ｂの内周面に接触するようにその貫通孔４２ｂに挿通される。つまり、加熱ブロック４２は、接続管２６の外周を取り囲んでいる。
【００２５】
加熱ブロック４２には、ヒータ４４が接触している。このヒータ４４の熱が加熱ブロック４２を介して接続管２６に伝達されることで、その接続管２６が加熱される。
【００２６】
これらのことから、接続本体部４０は、その接続本体部４０に挿通される接続管２６を加熱する。なお、ヒータ４４へ電力を供給するための配線等の図示は省略する。
【００２７】
フランジ部材４６は、段階的に径が変化する貫通孔４６ａを有し、その貫通孔４６ａの内周面に接触するように加熱ブロック４２が挿通される。
【００２８】
シール部材４８は、例えばＯリングにより構成される。シール部材４８の内側には、加熱ブロック４２が挿通され、シール部材４８の外側は、フランジ部材４６の内側と当接する。また、シール部材４８は、接続管２６の軸方向において、加熱ブロック４２とフランジ部材４６との間で挟持される。
【００２９】
質量分析装置１０は、接続本体部４０の他にサンプリングコーン５０を備える。サンプリングコーン５０は、イオン化室１６側のイオンを接続管２６に引き込むためのインターフェイスであって、導電性を有する金属により形成される。
【００３０】
サンプリングコーン５０は、接続本体部４０に対してイオン化室１６側に設けられる。また、サンプリングコーン５０は、筒状であって、接続管２６の端部が挿通される。さらに、サンプリングコーン５０の内側には、加熱ブロック４２の突出部４２ａが挿入される。
【００３１】
また、質量分析装置１０は、接続管２６を接続本体部４０に対して固定するための固定部材５２を備える。固定部材５２は、接続本体部４０に対して、サンプリングコーン５０が設けられる側の反対側に設けられる。
【００３２】
固定部材５２は、導電性及び熱伝導性を有する金属により形成される。固定部材５２には、貫通孔５２ａが形成されており、その貫通孔５２ａの内周面に接触するように接続管２６の端部が挿通される。また、固定部材５２は、その一部が接続管２６と溶接されることにより、接続管２６に固定される。したがって、固定部材５２を接続管２６の軸方向に沿って変位させることにより、その固定部材５２に固定されている接続管２６を加熱ブロック４２の貫通孔４２ｂから抜脱し、メンテナンスを行うことができる。
【００３３】
また、固定部材５２は、加熱ブロック４２の端面４２ｃ全体に当接している。これにより、加熱ブロック４２が発する熱は、固定部材５２に良好に伝達される。さらに、固定部材５２の一部は、真空室１８側に突出しつつ、その真空室１８内に挿入されている。
【００３４】
さらに、質量分析装置１０は、オリフィス部材５４を備える。オリフィス部材５４は、イオンを真空室１８に導入するためのインターフェイスである。オリフィス部材５４は、区画壁２４の接続管２６が挿通される開口部２４ａに設けられる。オリフィス部材５４は、ビスなどの固定具５６を用いて区画壁２４に固定される。
【００３５】
また、質量分析装置１０は、シール部材４８と同様のシール部材５８を備え、そのシール部材５８の内側に固定部材５２が挿通されている。また、シール部材５８は、接続管２６の軸方向において、固定部材５２とオリフィス部材５４との間で挟持される。

【００３６】
さらに、質量分析装置１０は、接続本体部４０を押圧するための押圧機構６０を備える。押圧機構６０は、押圧部６２及び固定部６４を備える。
【００３７】
押圧部６２は、貫通孔６２ａが形成される板状の部材である。貫通孔６２ａには、その貫通孔６２ａの内周面に接触するようにフランジ部材４６が挿通される。
【００３８】
図２に示す例では、押圧部６２がフランジ部材４６を介して接続本体部４０を押圧し、それに併せて、固定部材５２が真空室１８側に押圧されている。また、接続本体部４０が押圧部６２に押圧されることで、シール部材４８及びシール部材５８のそれぞれは、弾性変形している。
【００３９】
固定部６４は、押圧部６２を固定することで、押圧部６２が接続本体部４０を押圧する状態を保持する。たとえば、固定部６４が押圧部６２に対して回転可能とされ、その固定部６４の先端部がフック部６４ａとして形成される。この場合、接続本体部４０が押圧部６２に押圧された状態とされ、さらに、固定部６４が回転されると、フック部６４ａが区画壁２４に設けられたピン６６に係止される。つまり、接続本体部４０が押圧部６２に押圧された状態が保持される。
【００４０】
なお、押圧機構６０は、上述したように、接続本体部４０を押圧しつつ、その状態を保持することができるのであれば、特に限定されない。
【００４１】
３．係止部について
第１実施形態では、サンプリングコーン５０を変位させることで、サンプリングコーン５０と接続本体部４０との接続及び分離が可能とされる。サンプリングコーン５０の変位は、具体的に、接続管２６の軸方向に沿う変位である。
【００４２】
また、第１実施形態では、固定部材５２を変位させることで、固定部材５２と接続本体部４０との接続及び分離が可能とされる。固定部材５２の変位は、具体的に、接続管２６の軸方向に沿う変位である。
【００４３】
なお、固定部材５２を接続管２６の軸方向に沿って変位させる場合、接続本体部４０及び固定部材５２等を予めオリフィス部材５４から取り外しておく必要がある。
【００４４】
また、第１実施形態の質量分析装置１０は、サンプリングコーン５０及び固定部材５２の少なくとも一方を係止対象物とし、その係止対象物を接続本体部４０に係止させるための係止部７０を備える。この第１実施形態では、サンプリングコーン５０及び固定部材５２の両方が、係止対象物として接続本体部４０に係止されるが、いずれか一方のみが係止対象物であってもよい。
【００４５】
係止部７０は、接続本体部４０及び上記係止対象物のうちの一方に設けられ、接続本体部４０及びその係止対象物のうちの他方は、係止部７０に対して着脱可能とされる。この第１実施形態では、係止部７０が接続本体部４０に設けられる構成について説明するが、サンプリングコーン５０又は固定部材５２に係止部７０が設けられてもよい。
【００４６】
サンプリングコーン５０を係止対象物とするのであれば、係止部７０は、第１係止部７２を含む。第１係止部７２は、接続本体部４０及びサンプリングコーン５０のうちの一方に設けられる。つまり、接続本体部４０及びサンプリングコーン５０のうちの他方は、第１係止部７２に対して着脱可能とされる。
【００４７】

固定部材５２を係止対象物とするのであれば、係止部７０は、第２係止部７４を含む。第２係止部７４は、接続本体部４０及び固定部材５２のうちの一方に設けられる。つまり、接続本体部４０及び固定部材５２のうちの他方は、第２係止部７４に対して着脱可能とされる。

【００４８】

つまり、図２示すように、サンプリングコーン５０及び固定部材５２を係止対象物とするのであれば、係止部７０は、第１係止部７２及び第２係止部７４を含む。

【００４９】

また、第１実施形態では、係止部７０は、弾性部材である板ばねを含む。図２に示す例では、第１係止部７２は、第１板ばね７６を含み、第２係止部７４は、第２板ばね７８を含む。

【００５０】

また、図２に示す例では、第１係止部７２は、第１板ばね７６のみを含むため、第１係止部７２自体が第１板ばね７６である。このことは、第２係止部７４についても同様である。

【００５１】

初めに、第１係止部７２である第１板ばね７６が接続本体部４０に設けられる場合について、図２を参照して説明する。第１係止部７２の第１板ばね７６は、接続本体部４０、具体的には、加熱ブロック４２の突出部４２ｂに設けられる。第１板ばね７６は、突出部４２ｂの接続管２６と交差する面に固定具８０で固定される。ただし、第１係止部７２は、接続本体部４０における加熱ブロック４２以外の部分に設けられていてもよい。

【００５２】

また、第１板ばね７６は、接続管２６の軸方向に沿って延びつつ、その接続管２６の径方向に向かって予め湾曲される湾曲部７６ａを含む。図２に示す例では、湾曲部７６ａは、サンプリングコーン５０に向かう凸状である。ただし、第１板ばね７６は、湾曲部７６ａではなく、屈曲部を含むような構成であってもよい。この場合、屈曲部は、サンプリングコーン５０に向かう凸状であってもよい。また、図２では、１対の湾曲部７６ａが設けられているが、１つの湾曲部又は屈曲部が設けられた構成であってもよいし、３つ以上の湾曲部又は屈曲部が設けられた構成であってもよい。

【００５３】

サンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続される場合、そのサンプリングコーン５０は、第１板ばね７６に取り付けられる。一方で、サンプリングコーン５０が接続本体部４０から分離される場合、そのサンプリングコーン５０は、第１板ばね７６から取り外される。

【００５４】

すなわち、サンプリングコーン５０が変位することで、そのサンプリングコーン５０は、第１板ばね７６に対して着脱される。

【００５５】

さらに、図２に示すようにサンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続されている場合、第１板ばね７６の湾曲部７６ａには、負荷が付与されている。つまり、第１板ばね７６の湾曲部７６ａは、弾性変形している。また、第１板ばね７６の湾曲部７６ａは、その湾曲部７６ａの復元力により、サンプリングコーン５０に押し付けられる。第１板ばね７６の湾曲部７６ａがサンプリングコーン５０に押し付けられる方向は、接続管２６の軸方向に対して交差する方向、具体的には、接続管２６の軸方向に対して直交方向である。

【００５６】

したがって、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続されている場合、サンプリングコーン５０と第１板ばね７６との摩擦力により、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【００５７】

なお、サンプリングコーン５０を接続本体部４０から分離させるのであれば、サンプリ

ングコーン５０には、そのサンプリングコーン５０と第１板ばね７６との摩擦力よりも大きい力が付与される必要がある。このことは、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に接続する場合も同様である。

【００５８】

次に、第１係止部７２である第１板ばね７６が、サンプリングコーン５０に設けられる場合について説明する。この場合、第１係止部７２の第１板ばね７６は、サンプリングコーン５０の内側に設けられ、第１係止部７２は、加熱ブロック４２の突出部４２ａに向かう凸状とされる。

【００５９】

サンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続される場合、接続本体部４０は、第１板ばね７６に取り付けられる。一方で、サンプリングコーン５０が接続本体部４０から分離される場合、その接続本体部４０は、第１板ばね７６から取り外される。

【００６０】

すなわち、サンプリングコーン５０が変位することで、接続本体部４０は、第１板ばね７６に対して着脱される。

【００６１】

また、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続されている場合、接続本体部４０と第１板ばね７６との摩擦力により、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【００６２】

つまり、サンプリングコーン５０を接続本体部４０から分離させるのであれば、サンプリングコーン５０には、接続本体部４０と第１板ばね７６との摩擦力よりも大きい力が付与される必要がある。

【００６３】

第１実施形態の第１係止部７２、つまり、第１板ばね７６によれば、サンプリングコーン５０の変位による、サンプリングコーン５０と接続本体部４０との接続及び分離を可能としつつ、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に係止させることができる。

【００６４】

また、これらのことから、サンプリングコーン５０の変位による、サンプリングコーン５０と接続本体部４０との接続及び分離については、サンプリングコーン５０の第１係止部７２を介しての接続本体部４０に対する着脱と言い換えることができる。

【００６５】

さらに、係止対象物であるサンプリングコーン５０については、回転を伴うことなく接続管２６の軸方向に沿って変位させることで、第１係止部７２を介して接続本体部４０に対する着脱が可能である。

【００６６】

次に、第２係止部７４である第２板ばね７８が接続本体部４０に設けられる場合について、図２を参照して説明する。第２係止部７４の第２板ばね７８は、接続本体部４０、具体的には、加熱ブロック４２の接続管２６の軸方向に沿って延びる側面に設けられる。第２板ばね７８の端部は、固定具８２で加熱ブロック４２に固定される。ただし、第２係止部７４は、接続本体部４０における加熱ブロック４２以外の部分に設けられていてもよい。

【００６７】

第２板ばね７８は、固定具８２で固定されない方の端部に爪部７８ａを含む。爪部７８ａは、接続管２６に向かうテーパ状とされる。また、爪部７８ａは、接続管２６の軸方向と直交する面に対して傾斜している。

【００６８】

固定部材５２が接続本体部４０に接続される場合、その固定部材５２は、第２板ばね７８に取り付けられる。一方で、固定部材５２が接続本体部４０から分離される場合、その固定部材５２は、第２板ばね７８から取り外される。

【００６９】

すなわち、固定部材５２が変位することで、その固定部材５２は、第２板ばね７８に対して着脱される。

【００７０】

さらに、図２に示すように、固定部材５２が接続本体部４０に接続されている場合、第２板ばね７８は、加熱ブロック４２及び固定部材５２と当接しつつ、これらに跨る。さらに、第２板ばね７８の爪部７８ａは、固定部材５２を引っ掛ける。

【００７１】

また、固定部材５２が接続本体部４０から分離される場合、第２板ばね７８の爪部７８ａの角度に起因して、その爪部７８ａには、固定部材５２から離間する方向の負荷が付与される。つまり、第２板ばね７８の爪部７８ａが変位することで、その第２板ばね７８が弾性変形する。

【００７２】

図２に示すように固定部材５２が接続本体部４０に接続されている場合、第２板ばね７８の爪部７８ａは、第２板ばね７８の復元力により固定部材５２に押し付けられる。つまり、第２板ばね７８の爪部７８ａは、固定部材５２を引っ掛けつつ、固定部材５２に対して押し付けられる。

【００７３】

このとき、爪部７８ａの角度に起因して、固定部材５２には、接続本体部４０に向かう力が付与される。したがって、固定部材５２は、第２板ばね７８から付与される力によって接続本体部４０に係止される。

【００７４】

つまり、固定部材５２を接続本体部４０から分離させるのであれば、固定部材５２には、第２板ばね７８によって固定部材５２に付与される力よりも大きい力が付与される必要がある。

【００７５】

次に、第２係止部７４である第２板ばね７８が、固定部材５２に設けられる場合について説明する。この場合、第２係止部７４の第２板ばね７８は、固定部材５２の接続管２６の軸方向に沿って延びる側面に設けられる。なお、この場合、接続本体部４０、具体的には、加熱ブロック４２の接続管２６の軸方向に沿って延びる側面には、爪部７８ａを引っ掛けるための凹部が設けられる。

【００７６】

固定部材５２が接続本体部４０に接続される場合、その接続本体部４０は、第２板ばね７８に取り付けられる。一方で、固定部材５２が接続本体部４０から分離される場合、その接続本体部４０は、第２板ばね７８から取り外される。

【００７７】

すなわち、固定部材５２が変位することで、接続本体部４０は、第２板ばね７８に対して着脱される。

【００７８】

また、固定部材５２が接続本体部４０に接続されている場合、第２板ばね７８は、加熱ブロック４２及び固定部材５２と当接しつつ、これらに跨る。さらに、第２板ばね７８の爪部７８ａは、接続本体部４０に設けられる凹部に引っ掛かる。

【００７９】

また、固定部材５２が接続本体部４０に接続されている場合、第２板ばね７８の爪部７８ａは、接続本体部４０の凹部に引っ掛かりつつ、接続本体部４０に対して押し付けられる。このとき、接続本体部４０には、固定部材５２に向かう力が付与される。したがって、固定部材５２には、第２板ばね７８を介して、接続本体部４０に向かう力が付与される。

【００８０】

つまり、固定部材５２を接続本体部４０から分離させるのであれば、上述したように固定部材５２には、第２板ばね７８によって固定部材５２に付与される力よりも大きい力が付与される必要がある。

【００８１】
第１実施形態の第２係止部７４、つまり、第２板ばね７８によれば、固定部材５２の変位による、固定部材５２と接続本体部４０との接続及び分離を可能としつつ、固定部材５２を接続本体部４０に係止させることができる。
【００８２】
また、これらのことから、固定部材５２の変位による、固定部材５２と接続本体部４０との接続及び分離については、固定部材５２の第２係止部７４を介しての接続本体部４０に対する着脱と言い換えることができる。
【００８３】
さらに、係止対象物である固定部材５２については、回転を伴うことなく接続管２６の軸方向に沿って変位させることで、第２係止部７４を介して接続本体部４０に対する着脱が可能であると言える。
【００８４】
また、後に詳述するが、第１実施形態では、係止部７０を引っ掛けるための引っ掛け部８４が設けられても良い。サンプリングコーン５０を係止対象物とするのであれば、引っ掛け部８４は、第１係止部７２を引っ掛けるための第１引っ掛け部８６を含む。また、固定部材５２を係止対象物とするのであれば、引っ掛け部８４は、第２係止部７４を引っ掛けるための第２引っ掛け部８８を含む。
【００８５】
第１引っ掛け部８６は、サンプリングコーン５０及び接続本体部４０のうちの第１係止部７２が設けられる方とは異なる方に設けられる。また、第１引っ掛け部８６は、凸部又は凹部のどちらか一方である。第２引っ掛け部８８は、固定部材５２及び接続本体部４０のうちの第２係止部７４が設けられる方とは異なる方に設けられる。また、第２引っ掛け部８８は、凹部である。
【００８６】
図３は、第１実施形態の変形例に係る第１係止部７２の周辺の構成を示す概略断面図である。図３に示す例では、第１係止部７２は、第１板ばね７６であって、第１引っ掛け部８６は、凹部とされる。図３に示す例では、第１板ばね７６の湾曲部７６ａが第１引っ掛け部８６に嵌まることで、第１板ばね７６が第１引っ掛け部８６に引っ掛かる。第１板ばね７６が、湾曲部７６ａではなく、屈曲部を含むような構成である場合、その屈曲部が引っ掛かるような凹状の第１引っ掛け部８６を形成すればよい。
【００８７】
図４は、第１実施形態の他の変形例に係る第１係止部７２の周辺の構成を示す概略断面図である。図４に示す例では、第１係止部７２は、第１板ばね７６であって、第１引っ掛け部８６は、凸部とされる。図４に示す例では、サンプリングコーン５０の変位に伴い、第１板ばね７６の湾曲部７６ａが第１引っ掛け部８６に引っ掛かる。第１板ばね７６が、湾曲部７６ａではなく、屈曲部を含むような構成である場合、その屈曲部が引っ掛かるような凸状の第１引っ掛け部８６を形成すればよい。
【００８８】
なお、第１引っ掛け部８６の大きさは、第１板ばね７６が弾性変形しつつも、サンプリングコーン５０の変位が可能とされる大きさである。
【００８９】
このように、第１引っ掛け部８６によれば、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に対して強固に係止することができる。
【００９０】
図５は、第１実施形態の変形例に係る第２係止部７４の周辺の構成を示す概略断面図である。図５に示す例では、第２係止部７４は、第２板ばね７８である。図５に示す例では、第２板ばね７８の爪部７８ａが第２引っ掛け部８８に嵌まることで、第２板ばね７８が第２引っ掛け部８８に引っ掛かる。
【００９１】

なお、上述したように、第２板ばね７８が固定部材５２に設けられる場合は、爪部７８ａを引っ掛けるための凹部を接続本体部４０に設ける必要がある。この凹部は、第２引っ掛け部８８を指す。すなわち、第２板ばね７８が固定部材５２に設けられる場合は、接続本体部４０に第２引っ掛け部８８が設けられる。

【００９２】

第１実施形態の質量分析装置１０は、電圧印加部９０（後述する）を備える。電圧印加部９０は、係止部７０に電圧を印加することにより、その係止部７０を介して接続管２６に対する通電を行う。

【００９３】

したがって、第１係止部７２に電圧が印加される場合、第１係止部７２は、導電性を有する部材で形成される。また、第２係止部７４に電圧が印加される場合、第２係止部７４は、導電性を有する部材で形成される。

【００９４】

図６は、第１実施形態の電圧印加部９０の一例を示す概略斜視図である。図６では、第２係止部７４である第２板ばね７８が、接続本体部４０に設けられる。また、図６に示す例では、電圧印加部９０が、第２板ばね７８に電圧を印加する。具体的には、電圧印加部９０に含まれる金属製のピン９０ａが、第２板ばね７８に溶接されており、そのピン９０ａを介して第２板ばね７８に電圧が印加される。なお、図示は省略するが、電圧印加部９０は、配線を介して電源と接続される。

【００９５】

上述したように、加熱ブロック４２、サンプリングコーン５０及び固定部材５２は導電性を有する。したがって、第２係止部７４に電圧が印加されると、そのことに応じて加熱ブロック４２等にも同様に電圧が印加される。

【００９６】

また、上述したように、加熱ブロック４２、サンプリングコーン５０及び固定部材５２には、導電性を有する接続管２６が挿通される。したがって、加熱ブロック４２等に電圧が印加されると、そのことに応じて接続管２６にも電圧が印加される。なお、第１係止部７２に電圧を印加したとしても、上述したように接続管２６に電圧が印加される。

【００９７】

このように、電圧印加部９０で接続管２６への通電を行うと、接続管２６へのイオンの引き込みを効率よく行うことができる。なお、電圧印加部９０は、加熱ブロック４２、サンプリングコーン５０又は固定部材５２に電圧を印加しても良い。

【００９８】

３．第２実施形態

第２実施形態では、第１係止部７２の構成等を変更したこと以外は、第１実施形態と同様である。したがって、第１実施形態と重複する説明は省略する場合がある。なお、第２実施形態と同様の構成を第２係止部７４に採用してもよい。

【００９９】

後に詳述するが、第２実施形態の第１係止部７２は、弾性部材９２及び変位部材９４を含む。変位部材９４は、弾性部材９２の弾性変形に伴い変位する。また、変位部材９４は、弾性部材９２の復元力によっても変位する。

【０１００】

弾性部材９２としては、たとえば、コイルばねを用いることができる。弾性部材９２は、特に限定されるものではなく、ゴム又は板ばね等が用いられてもよい。

【０１０１】

変位部材９４としては、たとえば、板状の部材が用いられる。変位部材９４は、特に限定されるものではなく、ピン状の部材等が用いられてもよい。

【０１０２】

第２実施形態では、接続本体部４０及びサンプリングコーン５０のうちの一方に設けられる第１係止部７２に対して、接続本体部４０及びサンプリングコーン５０のうちの他方

が着脱される際、つまり、サンプリングコーン５０と接続本体部４０との接続及び分離の際、弾性部材９２の弾性変形に伴い、変位部材９４が変位する。

【０１０３】

図７は、第２実施形態の第１係止部７２の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。図７に示す例では、第１係止部７２は、接続本体部４０に設けられる。また、弾性部材９２は、コイルばねあって、変位部材９４は、板状の部材である。

【０１０４】

図７に示す例では、弾性部材９２が圧縮されることにより弾性変形している。つまり、弾性部材９２の復元力により、変位部材９４がサンプリングコーン５０に押し付けられている。変位部材９４がサンプリングコーン５０に押し付けられる方向は、接続管２６の軸方向に対して交差する方向、具体的には、接続管２６の軸方向に対して直交方向である。したがって、図７に示す例では、変位部材９４及びサンプリングコーン５０との摩擦力で、そのサンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１０５】

第１係止部７２がサンプリングコーン５０に設けられる場合は、弾性部材９２の復元力により、変位部材９４が接続本体部４０に押し付けられる。つまり、変位部材９４及び接続本体部４０との摩擦力で、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１０６】

このように、第２実施形態の第１係止部７２によれば、弾性部材９２とは別の部材である変位部材９４を用いて、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に係止することができる。

【０１０７】

なお、第１実施形態における第１引っ掛け部８６と同様に、変位部材９４が引っ掛かる引っ掛け部が、サンプリングコーン５０及び接続本体部４０のうちの第１係止部７２が設けられる方とは異なる方に設けられていてもよい。

【０１０８】

４．第３実施形態

第３実施形態では、第１係止部７２の構成等を変更したこと以外は、第１実施形態と同様である。したがって、第１実施形態と重複する説明は省略する場合がある。なお、第３実施形態と同様の構成を第２係止部７４に採用してもよい。

【０１０９】

後に詳述するが、第３実施形態では、第１係止部７２には、第１実施形態及び第２実施形態のように弾性部材が含まれなくても良い。また、第１係止部７２については、凸部７２ａを含む。

【０１１０】

また、第３実施形態では、接続本体部４０及びサンプリングコーン５０のうち、第１係止部７２が設けられない方に、第１引っ掛け部８６が設けられる。

【０１１１】

なお、第３実施形態では、第１引っ掛け部８４の大きさは、第１係止部７２を引っ掛けつつも、所定以上の力がサンプリングコーン５０に付与されたときにそのサンプリングコーンの変位が可能とされる大きさである。

【０１１２】

図８は、第３実施形態の第１係止部７２の周辺の構成の一例を示す概略断面図である。図８に示す例では、第１係止部７２は、接続本体部４０に設けられ、第１係止部７２自体が凸部７２ａとされる。また、図８に示す例では、第１引っ掛け部８６は凸部である。

【０１１３】

図８に示す例では、第１係止部７２及び第１引っ掛け部８６の各先端部が接続管２６の軸方向に重なり、サンプリングコーン５０の変位に伴い、第１係止部７２が第１引っ掛け部８６に引っ掛かる。すなわち、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１１４】

また、第１引っ掛け部８６は凹部でもよい。図示は省略するが、この場合、第１係止部７２が第１引っ掛け部８６に嵌まることで、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１１５】

第３実施形態では、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に係止するためには、第１係止部７２及び第１引っ掛け部８６の両方が設ける必要がある。したがって、第１引っ掛け部８６が凸部である場合、第１係止部７２は、凸部７２ａの代わりに凹部７２ｂ（後述する）を含んでいてもよい。

【０１１６】

図９は、第３実施形態の変形例に係る第１係止部７２の周辺の構成を示す概略断面図である。図９に示す例では、第１係止部７２は、サンプリングコーン５０に設けられ、第１係止部７２自体が凹部７２ｂとされる。また、図９に示す例では、第１係止部７２が第１引っ掛け部８６を収容することでサンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１１７】

これらのことから、第３実施形態の係止部７０、具体的には、第１係止部７２は、サンプリングコーン５０を接続本体部４０に係止させるための凸部７２ａ又は凹部７２ｂを含むと言える。

【０１１８】

５．その他の変形例

その他の変形例として、係止対象物と接続本体部４０との接続及び分離の際に、係止対象物を回転させる構成を例示することができる。

【０１１９】

この変形例では、係止対象物が接続本体部４０に近接された後に回転されると、係止対象物が接続本体部４０に係止される。一方で、接続本体部４０に係止されている係止対象物が回転されると、その係止対象物の接続本体部４０からの分離が可能となる。

【０１２０】

図１０は、その他の変形例の係止対象物が接続本体部４０に係止される過程の一例を示す概略断面図である。図１０に示す例では、係止対象物は、サンプリングコーン５０である。また、第１係止部７２が凸部７２ａを含み、サンプリングコーン５０に設けられる。さらに、凸部からなる第１引っ掛け部８６が、接続本体部４０、具体的には、突出部４２ａに設けられる。

【０１２１】

図１０に示すように、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に接続される際は、接続管２６の軸方向において、第１係止部７２及び第１引っ掛け部８６は、重ならない。

【０１２２】

突出部４２ａがサンプリングコーン５０に挿入された後に、サンプリングコーン５０が回転されると、接続管２６の軸方向において、第１係止部７２及び第１引っ掛け部８６が重なる。つまり、第１係止部７２が第１引っ掛け部８６に引っ掛かることで、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１２３】

図示は省略するが、第１引っ掛け部８６が凹部である場合、その凹部はＬ字状又はＴ字状に延びる溝とされる。この場合、突出部４２ａがサンプリングコーン５０に挿入された後に、サンプリングコーン５０が回転されると、サンプリングコーン５０が接続本体部４０に係止される。

【０１２４】

また、図示は省略するが、固定部材５２についても、接続本体部４０に近接された後に回転されることで、接続本体部４０に係止されるように構成されてもよい。

【０１２５】

６．態様

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理

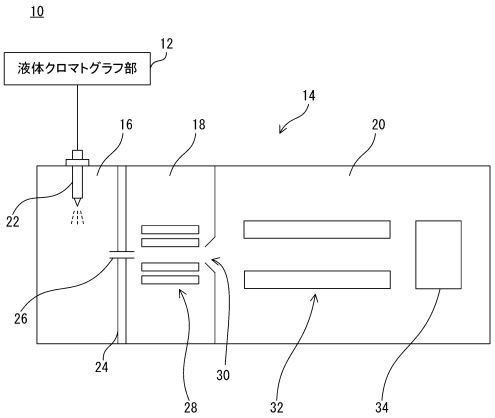
解される。
【０１２６】
（第１項）一態様に係る質量分析装置は、
イオン化室で試料をイオン化することにより生成されるイオンを真空室内に導入し、当該イオンを検出器で検出する質量分析装置であって、
前記イオン化室及び前記真空室内を連通させる接続管と、
前記接続管が挿通され、当該接続管を加熱する接続本体部と、
前記接続本体部に対して前記イオン化室側に設けられ、前記接続管の端部が挿通される筒状のサンプリングコーンと、
前記接続管を前記接続本体部に対して固定するための固定部材と、
前記サンプリングコーン及び前記固定部材の少なくとも一方を係止対象物としたときに、当該係止対象物を前記接続本体部に係止させるための係止部とを備え、
前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの一方に設けられる前記係止部に対して、前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの他方が着脱可能であってもよい。
【０１２７】
第１項に記載の質量分析装置によれば、係止対象物の変位による係止対象物と接続本体部との接続及び分離を可能としつつ、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【０１２８】
（第２項）第１項に記載の質量分析装置において、
前記係止対象物は、回転を伴うことなく前記接続管の軸方向に沿って変位させることで、前記係止部を介して前記接続本体部に対する着脱が可能であってもよい。
【０１２９】
第２項に記載の質量分析装置によれば、係止対象物を回転させずに変位させるための動作だけで、その係止対象物を接続本体部と接続しつつ、その接続本体部に係止させることができる。また、係止対象物を回転させずに変位させるための動作だけで、その係止対象物を接続本体部から分離することができる。
【０１３０】
（第３項）第１項に記載の質量分析装置において、
前記係止部は、少なくとも弾性部材を含んでもよい。
【０１３１】
第３項に記載の質量分析装置によれば、弾性部材の復元力を利用して、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【０１３２】
（第４項）第３項に記載の質量分析装置において、
前記弾性部材は、板ばねであってもよい。
【０１３３】
第４項に記載の質量分析装置によれば、板ばねの復元力を利用して、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【０１３４】
（第５項）第３項に記載の質量分析装置において、
前記係止部は、前記弾性部材の弾性変形に伴い変位する変位部材を含み、
前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの一方に設けられる前記係止部に対して、前記接続本体部及び前記係止対象物のうちの他方が着脱される際、前記弾性部材の弾性変形を伴いつつ、前記変位部材が変位してもよい。
【０１３５】
第５項に記載の質量分析装置によれば、弾性部材の復元力を利用しつつ、弾性部材とは別の部材である変位部材を用いて、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【０１３６】
（第６項）第１項に記載の質量分析装置において、
前記係止部は、前記係止対象物を前記接続本体部に係止させるための凸部又は凹部を含

んでもよい。
【０１３７】
　第６項に記載の質量分析装置によれば、係止部の凸部又は凹部をその係止部が設けられない方に引っ掛けることで、係止対象物を接続本体部に係止させることができる。
【０１３８】
（第７項）第１項に記載の質量分析装置において、
　前記接続本体部は、ヒータと、当該ヒータからの熱を前記接続管に伝熱する加熱ブロックとを含み、
　前記係止部は、前記加熱ブロックに設けられてもよい。
【０１３９】
　第７項に記載の質量分析装置によれば、加熱ブロックに係止部を設けるだけの簡単な構成で係止対象物を接続本体部に係止することができる。
【０１４０】
（第８項）第１項に記載の質量分析装置において、
　前記係止部に電圧を印加することにより、当該係止部を介して前記接続管に対する通電を行う電圧印加部をさらに備えてもよい。
【０１４１】
　第８項に記載の質量分析装置によれば、接続管へのイオンの引き込みを効率よく行うことができる。
【０１４２】
（第９項）第１項に記載の質量分析装置において、
　前記係止部は、第１係止部及び第２係止部を含み、
　前記接続本体部及び前記サンプリングコーンのうちの一方に設けられる前記第１係止部に対して、前記接続本体部及び前記サンプリングコーンのうちの他方が着脱可能であり、
　前記接続本体部及び前記固定部材のうちの一方に設けられる前記第２係止部に対して、前記接続本体部及び前記固定部材のうちの他方が着脱可能であってもよい。
【０１４３】
　第９項に記載の質量分析装置によれば、サンプリングコーンの変位によるサンプリングコーンと接続本体部との接続及び分離を可能としつつ、サンプリングコーンを接続本体部に係止させることができる。また、固定部材の変位による固定部材と接続本体部との接続及び分離を可能としつつ、固定部材を接続本体部に係止させることができる。
【符号の説明】
【０１４４】
１０　　質量分析装置
１６　　イオン化室
１８　　真空室
２６　　接続管
３４　　検出器
４０　　接続本体部
４２　　加熱ブロック
４４　　ヒータ
５０　　サンプリングコーン
５２　　固定部材
７０　　係止部
７２　　第１係止部
７２ａ　凸部
７２ｂ　凹部
７４　　第２係止部
７６　　第１板ばね
７８　　第２板ばね

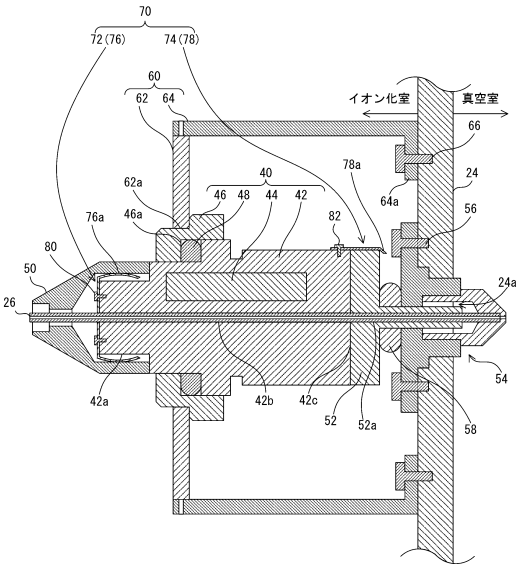
９０　　電圧印加部
９２　　弾性部材
９４　　変位部材

【図面】

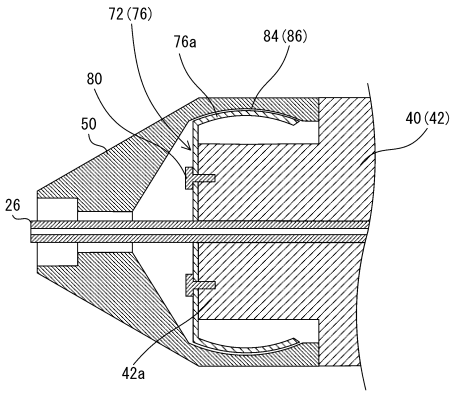
【図１】



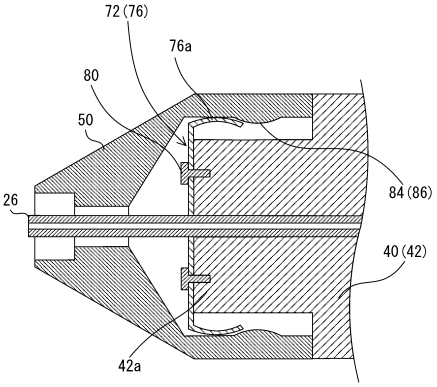
【図２】



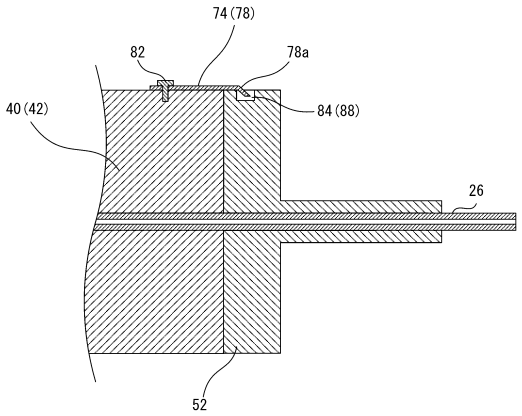
【図３】



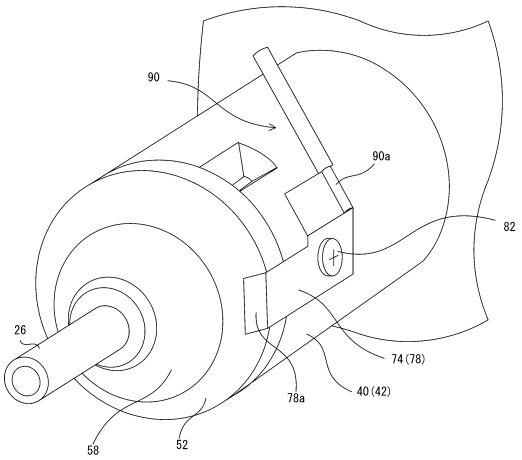
【図４】



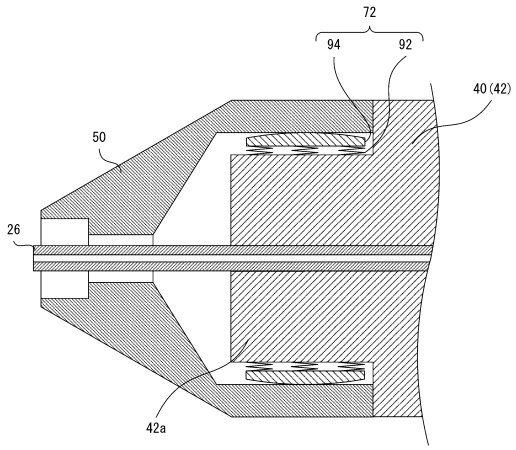
【図５】


74 (78)
82
78a
84 (88)
40 (42)
26
52

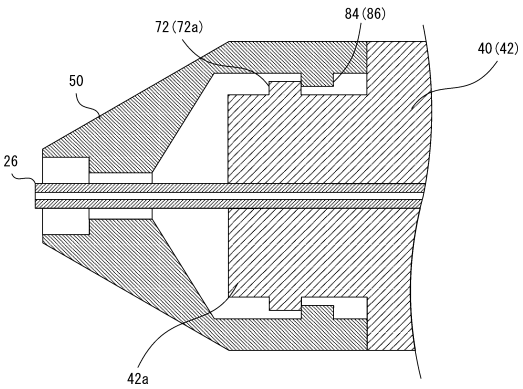
【図６】


90
90a
82
26
74 (78)
78a
40 (42)
58
52

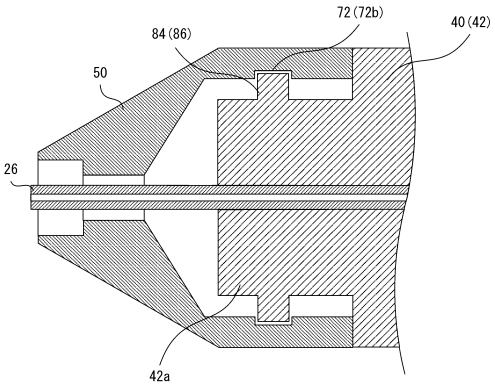
【図７】


72
94
92
40 (42)
50
26
42a

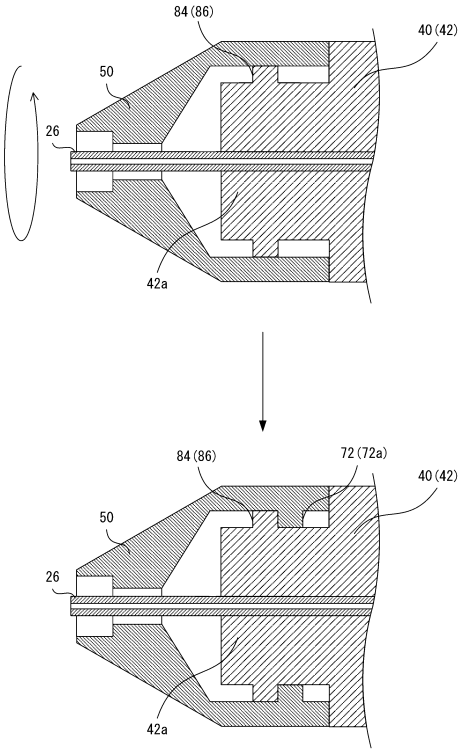
【図８】


84 (86)
72 (72a)
40 (42)
50
26
42a

【図９】


72 (72b)
84 (86)
40 (42)
50
26
42a

【図１０】


84 (86)
40 (42)
50
26
42a
84 (86)
72 (72a)
40 (42)
50
26
42a

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－１９８００６（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５００７１８（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－０６４５６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－０８２４９７（ＪＰ，Ａ）
特許第４４５３５３７（ＪＰ，Ｂ２）
米国特許出願公開第２０１０／０２７６５８４（ＵＳ，Ａ１）
国際公開第２００９／０６６３５８（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｊ ４９／０４
Ｈ０１Ｊ ４９／１６
Ｈ０１Ｊ ４９／２６