

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7199423号
(P7199423)

(45)発行日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(24)登録日 令和4年12月22日(2022.12.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 J 37/317 (2006.01)

H 0 1 J 37/317

Z

H 0 1 J 37/248 (2006.01)

H 0 1 J 37/248

Z

H 0 5 H 7/18 (2006.01)

H 0 5 H 7/18

請求項の数 20 (全16頁)

(21)出願番号 特願2020-512718(P2020-512718)

(86)(22)出願日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(65)公表番号 特表2020-534639(P2020-534639
A)

(43)公表日 令和2年11月26日(2020.11.26)

(86)国際出願番号 PCT/US2018/050587

(87)国際公開番号 WO2019/055467

(87)国際公開日 平成31年3月21日(2019.3.21)

審査請求日 令和3年8月18日(2021.8.18)

(31)優先権主張番号 62/559,103

(32)優先日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 505413587

アクセリス テクノロジーズ, インコー
ポレイテッドアメリカ合衆国 01915 マサチュー
セッツ州 ビバリー チェリー ヒル ドラ
イブ 108

(74)代理人 110000338

特許業務法人HARAKENZO WO
RLD PATENT & TRADEM
ARK

(72)発明者 佐藤 修

アメリカ合衆国, 01922 マサチュ
ーセッツ州, バイフィールド, ラーキン
ロード 11

審査官 大門 清

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 イオンビーム加速のためのRF共振器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

イオン注入システムのためのRFフィードスルーであって、

第1の直径を有する第1の開口部が設けられた第1のコーン端部と、第2の直径を有する第2の開口部が設けられた第2のコーン端部とを有し、概して中空である電気絶縁性コーンであって、当該第1の直径が当該第2の直径よりも大きいことにより、前記電気絶縁性コーンの側壁が概してテーパ形状に画定されている電気絶縁性コーンと、

前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に動作可能に結合し、前記電気絶縁性コーンの前記第1の開口部および前記第2の開口部に貫通するステムと、

前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部に動作可能に結合されたフランジであって、前記第1の直径よりも小さい第3の直径を有するフランジ開口部が設けられたフランジとを備え、

前記ステムが当該フランジに対して非接触状態で当該フランジ開口部を貫通し、当該フランジは、前記電気絶縁性コーンをチャンバの壁に画定された穴に動作可能に結合させ、

前記電気絶縁性コーンおよび当該フランジは、前記チャンバの壁の前記穴を通して前記ステムを貫通させるものの、当該ステムを前記チャンバの壁から電氣的に絶縁していることを特徴とするRFフィードスルー。

【請求項2】

前記フランジに近接する領域に、前記ステムに動作可能に結合されたパッドキャップをさらに備え、

前記パッドキャップは、前記ステムの外径から所定の距離だけ外向きに延在しており、前記チャンバ内の或る領域から前記電気絶縁性コーンの内面への視線を概して遮っていることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 3】

前記パッドキャップは、前記第 3 の直径よりも大きい第 4 の直径を有することを特徴とする請求項 2 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 4】

前記フランジは、アルミニウムからなることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 5】

前記ステムは、第 1 のステム端および第 2 のステム端を有し、
前記第 1 のステム端には、動作可能に結合された加速電極が設けられており、
前記第 2 のステム端は、共振器コイルに結合されるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 6】

前記電気絶縁性コーン、前記ステム、前記フランジ、および前記チャンバの壁の各々の界面が、前記チャンバ内の或るチャンバ環境を前記共振器コイルの環境から遮断していることを特徴とする請求項 5 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 7】

1 つ以上の O リングによって前記フランジと前記電気絶縁性コーンとの界面が概して封止されており、
別の 1 つ以上の O リングによって前記ステムと前記電気絶縁性コーンとの界面が概して封止されていることを特徴とする請求項 6 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 8】

前記電気絶縁性コーンの前記第 1 のコーン端部の第 1 の表面と、前記電気絶縁性コーンの前記第 2 のコーン端部の第 2 の表面とは、金属化されていることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 9】

前記電気絶縁性コーンの前記第 1 のコーン端部の前記第 1 の表面と前記フランジとの間に配設された 1 つ以上の金属短絡ストリップと、
前記電気絶縁性コーンの前記第 2 のコーン端部の前記第 2 の表面と前記ステムとの間に配設された 1 つ以上の金属短絡ストリップと、
をさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 10】

前記 1 つ以上の金属短絡ストリップは、1 つ以上の金属バネを備えていることを特徴とする請求項 9 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 11】

前記電気絶縁性コーンの本体は、セラミックからなることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 12】

前記電気絶縁性コーンの本体は、アルミナおよび石英のうちの 1 つまたは複数を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 13】

前記電気絶縁性コーンを前記フランジに動作可能に結合するように構成された 1 つまたは複数の位置決め機構をさらに備え、

前記 1 つまたは複数の位置決め機構を介して、前記電気絶縁性コーンの位置が前記フランジに対して選択的に固定されることを特徴とする請求項 1 に記載の R F フィードスルー。

【請求項 14】

前記電気絶縁性コーンは、前記第 1 のコーン端部から、前記電気絶縁性コーンの前記第 2 のコーン端部に向かって変曲点まで所定の距離だけ延在する円筒形領域を含み、前記円

10

20

30

40

50

筒形領域は一定の直径を有し、前記電気絶縁性コーンの内径は、前記変曲点から前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に向かって先細りになっていることを特徴とする請求項1に記載のRFフィードスルー。

【請求項15】

前記電気絶縁性コーンは、前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部と前記フランジとの間に界面表面を含み、

前記界面表面は、前記円筒形領域における前記電気絶縁性コーンの内面に対して概ね垂直であることを特徴とする請求項14に記載のRFフィードスルー。

【請求項16】

前記フランジは、前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部の領域から前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に向かって延在するリップを有し、

前記リップは、前記フランジと前記電気絶縁性コーンとの間のアーク放電を改善するための湾曲領域を有することを特徴とする請求項14に記載のRFフィードスルー。

【請求項17】

イオン注入システムのためのRF共振器であって、

チャンバ環境を画定する共振器チャンバであって、当該チャンバ環境が当該共振器チャンバの壁によって真空環境から概して隔離されている共振器チャンバと、

前記共振器チャンバ内に配設された共振器コイルと、

RFフィードスルーと、

を備え、

前記RFフィードスルーは、

第1の直径を有する第1の開口部が設けられた第1のコーン端部と、第2の直径を有する第2の開口部が設けられた第2のコーン端部とを有し、概して中空である電気絶縁性コーンであって、当該第1の直径が当該第2の直径よりも大きいことにより、前記電気絶縁性コーンの側壁が概してテーパ形状に画定されている電気絶縁性コーンと、

前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に動作可能に結合し、前記電気絶縁性コーンの前記第1の開口部および前記第2の開口部に貫通するステムと、

前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部に動作可能に結合されたフランジであって、前記第1の直径よりも小さい第3の直径を有するフランジ開口部が設けられたフランジとを備え、

前記ステムが当該フランジに対して非接触状態で当該フランジ開口部を貫通し、当該フランジは、前記電気絶縁性コーンを前記チャンバの前記壁に画定された穴に動作可能に結合させて、前記電気絶縁性コーンおよび当該フランジは、前記チャンバの壁の前記穴を通して前記ステムを貫通させるものの、当該ステムを前記チャンバの壁から電氣的に絶縁させており、

前記フランジに近接する領域において前記ステムに動作可能に結合され、前記ステムの外径から所定の距離だけ外向きに延在しており、前記チャンバ内の或る領域から前記電気絶縁性コーンの内面への視線を概して遮っている、前記第3の直径よりも大きい第4の直径を有するパッドキャップをさらに備え、

前記フランジ、前記パッドキャップ、および前記ステムによって、前記チャンバ内の或る領域から前記電気絶縁性コーンの内面への視線を概して遮っている、ことを特徴とするRF共振器。

【請求項18】

前記電気絶縁性コーンは前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部から前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に向かって変曲点まで所定の距離だけ延在する円筒形領域を含み、前記円筒形領域は、一定の直径を有し、前記電気絶縁性コーンの内径は、前記変曲点から前記電気絶縁性コーンの前記第2のコーン端部に向かって先細りになっていることを特徴とする請求項17に記載のRF共振器。

【請求項19】

前記電気絶縁性コーンの前記第1のコーン端部の第1の表面と、前記電気絶縁性コーン

10

20

30

40

50

の前記第 2 のコーン端部の第 2 の表面とは、金属化されており、

前記 R F フィードスルーは、

前記電気絶縁性コーンの前記第 1 のコーン端部の前記第 1 の表面と前記フランジとの間に配設された 1 つ以上の金属短絡ストリップと、

前記電気絶縁性コーンの前記第 2 のコーン端部の前記第 2 の表面と前記ステムとの間に配設された 1 つ以上の金属短絡ストリップと、

をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 17 に記載の R F 共振器。

【請求項 20】

前記ステムは第 1 のステム端および第 2 のステム端を含み、前記第 1 のステム端はそれに動作可能に結合された加速電極を含み、前記第 2 のステム端は、共振器コイルに結合されるように構成されている、ことを特徴とする請求項 17 に記載の R F 共振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔関連出願の参照〕

本出願は 2017 年 9 月 15 日に出願された「イオンビーム加速のための R F 共振器」という名称の米国仮出願第 62 / 559, 103 号の利益を主張し、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

〔技術分野〕

本発明は概してイオン注入システムに関し、より具体的には、R F 高電圧発生器、または R F 共振器装置および R F フィードスルーに関し、R F 共振器装置および関連する構成要素の寿命を延ばすとともに、R F 共振器からの気体漏れ、およびイオン注入システムの高真空環境からの気体漏れを概して防ぐことができる改良形態に関する。

【0003】

〔背景技術〕

線形 R F 加速器およびサイクロトロンの発明以来、イオンビーム加速のために周期的な電場が長い間使用されてきた。数 MeV のエネルギーまでイオンを加速するために、R F 加速器が開発され、メガボルト DC 電圧を生成する際の困難を回避するために、各ステージで約 100 KeV の比較的低いエネルギー利得でイオンビームを繰り返し加速する。しかしながら、R F 加速器は、R F 電力（典型的には 50 オームの低インピーダンス）を高い R F 電圧に変換するための高い Q 共振回路の使用によって達成される、約 100 KV ピーク電圧の R F 電圧の生成を依然として必要とする。

【0004】

低 R F 周波数（例えば、約 30 MHz 未満）では、共振回路が、高い周波数で使用される空洞共振器ではなく、（例えば、分布キャパシタンスを介して）コイルおよびキャパシタを備えた典型的な集中回路である。イオン注入に適用される R F 加速器の用途では、対象となるイオン種の大部分がいわゆる重イオン（例えば、ホウ素、リンおよびヒ素）であり、それらの重い質量のために、速度は遅い傾向がある。R F によって誘起される環状加速度では、低速が集中共振回路（例えば、共振器）によって生成される低周波数 R F 電圧（例えば、30 MHz 未満）の使用に変換される。

【0005】

〔発明の概要〕

本発明は、従来技術の制限を克服し、イオン注入システムのような真空システムに用いられる無線周波数（R F）共振器のための改良型の真空フィードスルーのためのシステム、装置、および方法を提供する。これにより、性能を改善し、真空システムの寿命を延ばす。したがって、以下は本開示のいくつかの態様の基本的な理解を提供するために、本開示の簡略化された概要を提示する。この概要は、本開示の広範な概要ではない。これは、本発明の重要な要素を識別しかつ正確に概説するものでもない。その目的は、後に提示されるより詳細な説明の前置きとして、本開示のいくつかの概念を簡略化された形式で提示

10

20

30

40

50

することである。

【0006】

1つの例示的な態様によれば、イオン注入システムのためのRFフィードスルーが提供される。RFフィードスルーは、一例として、第1のコーン端部と第2のコーン端部とを有する電気絶縁性コーンを含む。電気絶縁性コーンは概して中空であり、第1のコーン端部に第1の開口部を有し、第2のコーン端部に第2の開口部を有する。第1の開口部は第1の直径を有し、第2の開口部は第2の直径を有し、一例では、第1の直径が第2の直径よりも大きい。一例では、電気絶縁性コーンのテーパ付き側壁が第1の直径と第2の直径との間に概して画定される。

【0007】

ステムはさらに、電気絶縁性コーンの第2のコーン端部に動作可能に結合され、ステムは、電気絶縁性コーンの第1の開口部および第2の開口部を通過する。フランジは、一例として、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部に動作可能に結合される。フランジはその中に画定されたフランジ開口部を有し、フランジ開口部は第3の直径を有する。一例では、第3の直径が第1の直径よりも小さい。

【0008】

ステムは一例として、フランジに接触することなくフランジ開口部に貫通し、フランジは、電気絶縁性コーンをチャンバの壁面に画定された孔に動作可能に結合するように構成される。例えば電氣的絶縁コーンとフランジは、チャンバの壁の中にある孔を貫通する一方で、ステムをチャンバの壁から電氣的に絶縁するように構成されている。

【0009】

一態様によれば、電気絶縁性コーンは、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部から電気絶縁性コーンの第2のコーン端部に向かって変曲点まで所定の間隔で延在する円筒形区域を含む。例えば当該円筒形区域は、一定の直径を有し、電気絶縁性コーンの内径は当該変曲点から電気絶縁性コーンの第2の端部に向かって先細りになっており、電気絶縁性コーンの先細り側壁を画定する。

【0010】

一例では電気絶縁性コーンが電気絶縁性コーンの第1の端部とフランジとの間に界面表面を含み、界面表面は円筒形区域内の電気絶縁性コーンの内面にほぼ垂直である。別の例では、フランジが電気絶縁性コーンの第1の端部に関連する領域から電気絶縁性コーンの第2の端部に向かって延びるリップを含み、リップはフランジと電気絶縁性コーンとの間のアーク放電を改善するように構成された湾曲領域を有する。

【0011】

別の態様によれば、パッドキャップは、フランジに近接する領域においてステムに動作可能に連結される。例えばパッドキャップは、ステムの外径から所定の間隔において外方に延在し、チャンバ内からコーンの内面への視線を概して遮っている。例えばパッドキャップは、第3の直径よりも大きい第4の直径を有する。

【0012】

別の例示的な態様によれば、ステムは、第1のステム端部および第2のステム端部を含む。第1のステム端部は一実施例として、それに動作可能に結合された加速電極を含み、第2のステム端部は、共振器コイルに結合されるように構成される。

【0013】

別の例示的な態様によれば、チャンバの電気絶縁性コーン、ステム、フランジ、および壁面の各々のインターフェースは、チャンバ内のチャンバ環境を、共振器コイルの環境から封止する。さらに、1つ以上のOリングは概して、フランジと電気絶縁性コーンとの間のインターフェースをシールする。別の例では、別の1つまたは複数のOリングがステムと電気絶縁性コーンとの間のインターフェースを封止する。

【0014】

さらに別の態様によれば、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部の第1の表面および電気絶縁性コーンの第2のコーン端部の第2の表面が金属化される。例えば、一つ以上の金

10

20

30

40

50

属短絡ストリップを、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部の第1の表面とフランジの間に配設することができる。別の例では、電気絶縁性コーンの前記第2の表面とステムとの間に、1つまたは複数の金属短絡ストリップを配設することができる。例えば1つ以上の金属短絡ストリップは、1つ以上の金属ばねから成ることができる。

【0015】

本発明の別態様によれば、電気絶縁性コーンの本体は、セラミックスで構成される。別例では、電気絶縁性コーンの本体がアルミナおよび水晶のうちの1つまたは複数を含む。さらに別の例では、電気絶縁性コーンの本体が水晶で構成される。

【0016】

別の態様によれば、イオン注入システムのためのRF共振器が提供される。RF共振器は、一例として、チャンバ環境を画定する共振器チャンバを備える。チャンバ環境は例えば、チャンバの壁面によって真空環境が概して隔離されている。共振器コイルは、例えば、共振器チャンバ内に配置される。

10

【0017】

さらに、RF共振器は、第1のコーン端部および第2のコーン端部を有する電気絶縁性コーンを備えるRFフィードスルーを備える。電気絶縁性コーンは概して中空であり、第1のコーン端部に第1の開口部を有し、第2のコーン端部に第2の開口部を有し、第1の開口部は第1の直径を有し、第2の開口部は第2の直径を有する。例えば第1の直径は第2の直径よりも大きく、電気絶縁性コーンのテーパ付き側壁を概ね画定する。ステムはさらに、電気絶縁性コーンの第2のコーン端部に動作可能に結合され、ステムは、電気絶縁性コーンの第1の開口部および第2の開口部を貫通する。

20

【0018】

さらに、パッドキャップが、フランジに近接する領域においてステムに動作可能に連結される。パッドキャップは例えば、ステムの外径から第4の直径まで所定の長さだけ外向きに延びており、第4の直径は第3の直径よりも大きい。したがって、フランジ、パッドキャップ、およびステムによって、チャンバ内の領域からコーンの内面への視線が概して妨げられる。

【0019】

別の態様によれば、フランジは電気絶縁性コーンの第1のコーン端部に動作可能に結合され、フランジはその中に画定されたフランジ開口部を有する。フランジ開口部は、第1の直径よりも小さい第3の直径を有する。ステムの一例としては、フランジに接触することなくフランジ開口部を貫通し、フランジは、電気絶縁性コーンをチャンバの壁面に画定された孔に動作可能に結合するように構成される。電気絶縁性コーンおよびフランジはステムをチャンバの壁から電気絶縁しながら、ステムをチャンバの壁の穴に貫通させる構成となっている。

30

【0020】

電気絶縁性コーンの一例としては、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部から電気絶縁性コーンの第2のコーン端部に向かって変曲点まで所定の間隔で延在する円筒形区域を含む。例えば円筒形区域は、一定の直径を有し、電気絶縁性コーンの内径は、当該変曲点から電気絶縁性コーンの第2のコーン端部に向かって先細りになっている。

40

【0021】

別の態様としては、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部の第1の表面と、電気絶縁性コーンの第2のコーン端部の第2の表面とが金属化される。RFフィードスルーの一例としては、電気絶縁性コーンの第1のコーン端部の第1の表面とフランジとの間に配置された1つまたは複数の金属短絡ストリップをさらに備えるか、または代替的に、電気絶縁性コーンの第2の表面とステムとの間に配置されてもよい。

【0022】

別の実施例ではステムが第1のステム端部および第2のステム端部を含み、第1のステム端部はそれに動作可能に結合された加速電極を含み、ステムの第2のステム端部は共振器コイルに結合されるように構成される。

50

【0023】

さらに別の実施例では、電気絶縁性コーンをフランジに動作可能に結合するように、1つまたは複数の位置決め機構が提供され、構成され、それによって、電気絶縁性コーンの位置が1つまたは複数の位置決め機構を介してフランジに対して選択的に固定される。

【0024】

上記の概要は単に、本発明のいくつかの実施形態のいくつかの特徴の簡単な概観を与えることを意図したものであり、他の実施形態は、上記の特徴以外の追加のおよび／または異なった特徴を含むことができる。特に、この概要は、本出願の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。したがって、前述の目的および関連する目的を達成するために、本開示は、以下に記載され、特に特許請求の範囲で指摘される特徴を備える。以下の記載および添付の図面は、本発明の特定の例示的な実施形態を詳細に記載する。しかしながら、これらの実施形態は、本発明の原理が採用され得る様々な方法のうちのいくつかを示している。本開示の他の物体、利点、および新規な特徴は、以下の本開示の詳細な説明を図面と併せて考慮することによって明らかになるのであろう。

10

【0025】

〔図面の簡単な説明〕

図1Aは、本発明の一形態のRF共振器の断面図を示す。

【0026】

図1Bは、本発明の一形態のRFフィードスルーの断面図を示す。

【0027】

図2Aは、真空チャンバの内部領域から従来のコーンの内部領域への視線を示すRFフィードスルーの断面図である。

20

【0028】

図2Bは、図2Aの視線を示すRFフィードスルーの斜視図である。

【0029】

図3Aは、本発明の一態様による例示的なRFフィードスルーの断面図であり、これにより、真空チャンバの内部領域からコーンの内部領域への視線を妨げている様子を示す。

【0030】

図3Bは、図4Aの視線の防止を示す、図4AのRFフィードスルーの斜視図である。

【0031】

図4は、本発明の様々な態様による別の例示的なRFフィードスルーの断面図である。

30

【0032】

図5は、本発明の様々な態様によるさらに別の例示的なRFフィードスルーの断面図である。

【0033】

〔本発明の詳細な説明〕

本発明は一般に、半導体プロセスシステムに関し、より詳細には、イオン注入システムに用いることができる無線周波数(RF: radio frequency)共振器のための改良型の真空フィードスルーに関する。したがって、本開示はここで、図面を参照して説明され、ここで、同様の参照番号は全体を通して同様の要素を指すために使用され得る。これらの態様の説明は単に例示的なものであり、限定的な意味で解釈されるべきではないことを理解されたい。以下の説明において、説明の目的のために、本開示の完全な理解を提供するために、多数の特定の詳細が記載される。しかしながら、本開示は、これらの特定の詳細なしに実施されてもよいことは当業者には明らかであろう。

40

【0034】

図1は典型的な高周波共振器システム10(例えば、13.56MHz共振器)の断面図である。当該共振器システムの共振回路12は、例えば、六フッ化硫黄(SF₆)のような共振器ガスで満たされた共振器ガス環境16を凡そ画定するハウジング14(例えば、一般的に漏れないアルミニウム円筒形ハウジング)内に收容される。共振器ガス環境16は概して、内部高電圧フラッシュオーバ、高電圧アーク放電、およびプラズマ点火を

50

防止する。RF高電圧は共振コイル20の開放端側18（例えば、図1に示されている共振コイルの最も左側）に発生され、この共振コイルは、関連する高真空環境26を有する真空チャンバ24内に配置された加速電極22を駆動する。

【0035】

共振器コイル20は共振器ガス環境16内に配置され、電極22は高真空環境26内に配置されるので、共振器コイルと電極との間の接続部は、セラミックコーン28（例えば、その形状により「コーン」と呼ばれる）を有するほぼ真空でしっかり絶縁であるフィードスルー27を通っており、電極22の機械的支持体でもある。セラミックコーン28の設計基準は、概して非常に厳しい。例えば、セラミックコーン28は、高電圧スパークを引き起こすことなく、周囲のメタルハウジング30に対して約100KVを超えるピーク電圧を保持しなければならない。さらに、セラミックコーン28は、最高動作電圧であっても、共振器ガス環境16から真空チャンバ24内への共振器ガスの漏れを防止しなければならない。セラミックコーン28の機械的安定性は更に、高温であっても電極22を正確な位置に保持しなければならない。さらに、セラミックコーン28を構成する絶縁材料の低いタンジェントデルタは、内部RF損失からの自己発熱を低減すべきである。

【0036】

例えば高純度アルミナセラミックは、その機械的強度・安定性、RF電界向けの低損失接線、良好な電気分解強度、良好な真空特性により、セラミックコーン28の構成物として実現される。しかしながら、このようなセラミックからなるセラミックコーン28には幾つかの限定がある。例として、火花によるセラミックコーン28の亀裂が発生し、ハウジング14から共振器ガス環境16から共振器ガスが失われ、さらに共振器ガスが真空チャンバ24内に漏れることがある。さらに、図1Bに示されるように、少量のSF₆ガスが、例えば、パンチ貫通孔32（例えば、アークまたは他の力によってセラミックコーン28の壁面34を通して進むホール）を通して、ならびにセラミックコーンに関連するオーリング36を通して、共振器ガス環境16から漏れ得る。

【0037】

図1AのRF共振器システム10の一部38は、図1Bにさらに示されている。なお、図1Bでは、図面の明確性の観点から、図1Aの共振器エンクロージャ39（例えば、アルミニウムエンクロージャ）は図示されていない。図1Bに示すセラミックコーン28は、例えば、RF線形加速器またはLINACにおける、RF SF₆から真空フィードスルーシステム（RF SF₆-to-vacuum feedthrough system）で実施することができる。共振器ステム40は、図1Aの共振器ガス環境16において共振コイル20の開放端側18に接続され、それによって共振器ステムはまた、真空環境26において加速電極22を保持する。図1Bのアルミニウムフランジ42は、真空チャンバ24にさらに結合される。したがって、セラミックコーン28は、共振器ステム40およびアルミニウムフランジ42に用いられるオーリング36を介して、共振器ガス環境16を高真空環境26から分離する。共振器ステム40の負圧側には小さなアルミリング（図示せず）を設けることもでき、その主な目的は、負荷容量をわずかに変化させることによって共振器の共振周波数を微調整することである。

【0038】

特定の状況では、図1A～1Bに示されているセラミックコーン28は、亀裂を（例えば、図2A～2Bに示される領域44において）生じ得る。亀裂が生じたセラミックコーン28を精密に検査すると、本開示はセラミックコーンの内壁46（例えば、高真空環境26に用いられる）が暗色に見えることを理解する。本開示は、セラミックコーン28の暗色のパターンが加速電極22からスパッタされる材料から生じ得ることを理解する。加速電極22からスパッタされた材料はパッドキャップ48の周りの開口部を通してセラミックコーン28の内壁46に入り（例えば、図2Aに破線50として示される）、したがって、亀裂や、図1Bに示されるパンチ貫通孔32およびオーリング36の劣化につながると考えられている。

【0039】

したがって、本発明は、RF共振器システムおよび関連する構成要素の寿命および安定性を増大させるための様々な特徴を有する改善されたRFフィードスルーを提供することによって、RF共振器システム10のフィードスルー27の様々な欠点を軽減することを目的とする。したがって、本開示は概して、セラミックコーン28に関連する分解およびパンチスルーホール、ならびにOリング36またはそれに関連する他の特徴の劣化など、図1A～1Bおよび2A～2Bのフィードスルー27に関連する様々な有害な問題を改善する。

【0040】

したがって、本発明によれば、例えば、RFフィードスルー100は、図3A～3Bに示されているように、RFフィードスルーが図1AのRF共振器システム10において有利に実施することができる様々な改善を有する。以下に説明する図3A～3BのRFフィードスルー100は、真空チャンバからフィードスルーまたはコーンの内側の領域への視線アクセスを防止する迷路状シールドを提供することによって、前述の分解およびパンチスルーを概して防止するなど、図1A～1Bおよび2A～2Bのフィードスルー27に様々な改善を提供する。さらに、本開示は、OリングまたはRFフィードスルー100に関連する他の特徴などの様々な特徴の保護を提供する。

【0041】

図3Aおよび図3Bには、一例として、本発明の様々な態様による例示的なRFフィードスルー100を示す。RFフィードスルー100は、一例として、第1のコーン端部104と第2のコーン端部106とを有する電気絶縁性コーン102（例えば、セラミックコーン）を含む。電気絶縁性コーン102は概して中空であり、第1のコーン端部104に第1の開口部110を有し、第2のコーン端部106に第2の開口部108を有する。一実施例として、第1の開口部110は第1の直径114を有し、第2の開口部108は第2の直径116を有し、第1の直径が第2の直径よりも大きいことにより、電気絶縁性コーンの側壁118が概してテーパ形状に画定されている。

【0042】

ステム120は第2のコーン端部106に近接して電気絶縁性コーン102に動作可能に結合され、ステムは電気絶縁性コーンの第1の開口部110および第2の開口部108を通過する。ステム120は、一実施例として、第1のステム端部122と第2のステム端部124とを備えている。一実施例では、加速電極126が第1のステム端部122に近接してステム120に動作可能に結合される。加速電極126は、一実施例として、ステム120の第1のステム端部122と一体であってもよく、または固定的に結合されてもよい。あるいは、加速電極126が第1のステム端部122に近接してステム120に選択的に結合されてもよい。第2のステム端部124は、一実施例として、図1Aの共振器コイル20などの共振器コイルに結合されるように構成されてもよい。

【0043】

一実施例によれば、フランジ128が図3Aにさらに示されており、フランジは、電気絶縁性コーン102の第1のコーン端部104に動作可能に結合されている。鍔部128は、一例として、アルミニウム等の金属で構成されていてもよい。フランジ128は一例として、その中に画定されたフランジ開口部130を有し、フランジ開口部はそれに関連する第3の直径132を有し、第3の直径は、電気絶縁性コーン102の第1の直径114よりも小さい。ステム120は、一例として、フランジ128に接触することなくフランジ開口部130を通過するように構成され、それによって、ステムとフランジとの間に間隙134を画定する。フランジ128は、一例として、電気絶縁性コーン102を、図1Aのバキュームチャンバ24などのチャンバの壁面138に画定された孔136に動作可能に結合するように構成される。したがって、例えば図3Aの電気絶縁性コーン102およびフランジ128は、ステム120をチャンバの壁138の孔136に通す一方、ステムをチャンバの壁から電気絶縁するように構成される。

【0044】

本発明の一態様によれば、RFフィードスルー100は、フランジに近接する領域14

10

20

30

40

50

6においてステム120に動作可能に結合されたパッドキャップ144と共に図3Aに示すフランジ128の内縁142を設けることによって、RFフィードスルーの加速電極126の電極領域140（例えば、第1のステム端部122に近接する）からのスパッタ物質の蓄積を有利に防止する。一例としてはパッドキャップ144が第4の直径148を有し、パッドキャップはステム120の外径150から外向きに延びる。したがって、パッドキャップ144はフランジ128およびステム120と共に、図1Aの真空チャンバ24内の電極領域140などの1つまたは複数の領域から、図3Aの電気絶縁性コーン102の内面152までの視線を概して防止する。図3Bは実施例として、本発明のRFフィードスルー100によって提供される図3Aの電気絶縁性コーン102の電極領域140から内側152への視線の欠落を示す（例えば、図3Aの電気絶縁性コーン102の内側152は図3Bに示す電極領域140から見えない。対照的に、図2Bの場合は、セラミックコーン28の内壁46が同様の領域から見える）。

10

【0045】

図3Aおよび3Bに示すように、加速電極126の可能なスパッタリング源からの視線を遮断することによって、フランジ開口部130の第3の直径132、およびパッドキャップ144の第4の直径148は、概して、図4の破線154に示されるように、効果的な迷路状シールドを規定する。本開示によれば、加速電極126から生じる材料（図示せず）のようなスパッタリングされた材料が、フランジ開口部130によって提供される迷路状シールド154をナビゲートすることを困難にし、パッドキャップ144が、前述の視線が電極領域140から電気絶縁性コーン102の内面152に至ることを防止するようなサイズであることがわかる。

20

【0046】

本開示は、電気絶縁性コーン102がアルミナなどのセラミック、または他の適切なセラミック材料から構成されることを企図する。本開示はさらに、電気絶縁性コーン102に関連する熱膨張が、高電圧スパークに関連する限定された局所加熱による電気絶縁性コーンの亀裂の原因となり得ることを企図する。したがって、本発明の別の実施例では、電気絶縁性コーン102が石英から構成されてもよいし、石英とアルミナまたは他のセラミックス物質との組合せから構成されてもよい。従って、例えば、アルミナの熱膨張率と比較して、水晶の熱膨張率が著しく小さいことは、集中した局所的な発熱による電気絶縁性コーン102の亀裂の可能性をより制限する。

30

【0047】

さらに別の態様によれば、本発明は電気絶縁性コーン102（例えば、図4の底部領域156）における前述のパンチスルーホール158の形成を軽減する。超高RF電圧動作では、図2A～2Bの領域44においてセラミックコーン28の基部または広い端部付近で、セラミックコーン28の傾斜した壁面に、微細なパンチ貫通孔32が形成され得ることがわかる。本開示によれば、電気絶縁性コーン102とフランジ128との間に示される略垂直なコンタクト領域158が図1Bに示されるセラミックコーン28における傾斜接触よりも高電圧保持においてより安定である。しかしながら、図4のステム120の外径150はそれに関連する静電容量の増大によって限定または制限されてもよく、それによって、共鳴振動数の整調を狭い範囲に限定することができる。

40

【0048】

上記の問題を改善するために、本発明の別の例示によれば、第1のコーン端部104に関連するほぼ真っ直ぐな円筒状のコンタクト領域158と、変曲点162から第2のコーン端部106に向かって延びる斜面領域160とに図4して示される電気絶縁性コーン102を提供する。電気絶縁性コーン102のそのような有利な形状に加えて、内側シールド壁161がフランジ128上に設けられ、それによって内側シールド壁は、電気絶縁性コーン102の底部領域156内の電場を低下させるために増加または上昇される。さらに、フランジ128はコンタクト領域158に関連する（例えば、電気絶縁性コーン102の第1のコーン端部104に関連する）下部領域166から電気絶縁性コーンの第2のコーン端部106に向かって延びるリップ164を備え、リップは、フランジと電気絶縁

50

性コーンとの間のアーク放電を改善するように構成された湾曲領域 168 を有する。

【0049】

さらに、フランジ 128（概して導電性である）と電気絶縁性コーン 102 との間の界面に及ぶ表面放電（例えば、スパーク）は、有害であり得ることが理解される。例えば、図 1B では、そのような界面 60 が 2 つ示されている。具体的には、共振器ステム 40 とセラミックコーン 28 の頂部との間と、底部セラミックコーンとアルミフランジ 42 との間に界面が設けられている。これらの界面 60 を横切る放電は真空封止 O リング 36 を損傷する危険性を増大させ、これは、図 1A の高真空環境 26 への共振器ガス環境漏れ（例えば、SF₆ の漏れ）をもたらし得る。

【0050】

したがって、本発明の別の態様によれば、別の例示的な RF フィードスルー 200 が図 5 で示されており、それによって、放電を防止するために 2 つの改善が提供される。一例としては、電気絶縁性コーン 204 の 1 つまたは複数の表面 202 が金属化され、それによって、当該 1 つまたは複数の表面がフランジ 210 またはステム 214 の一部 212 などの 1 つまたは複数の導電性構成要素 208（例えば、金属構成要素）の導電性表面 206 に面し、かつ／または接する。例えば、電気絶縁性コーン 204 の 1 つまたは複数の表面 202 は、それぞれのステム 120 およびフランジ 128 の導電性表面に接する図 3A、図 3B、および図 4 の電気絶縁性コーン 102 の任意の表面を含むことができる。したがって、図 5 に示すように、1 つまたは複数の表面 202 は、1 つまたは複数の導電性構成要素 208 にそれぞれ電氣的に結合または接続され、したがって、それらの間のスパークまたは他の有害な放電を軽減する。本開示例として、1 つまたは複数の表面 202 の金属化を企図し、例えば、1 つまたは複数の溝 220 内に配置された金属ばね 218 のストリップなどの導電性短絡ストリップ 216 が 1 つまたは複数の表面をそれぞれの導電性構成要素 208 に電氣的に接続する。このような放電の軽減は、真空封止 O リング 222 を損傷からさらに有利に保護する。

【0051】

さらに、別例として、フランジに対する電気絶縁性コーンの位置が正確に維持されるように、電気絶縁性コーン 204 をフランジ 210 にさらに動作可能に結合するために、1 つまたは複数の位置決め機構 224 を設けることができる。例えば、1 つまたは複数の位置決め機構 224 はフランジ 210 に概して固定的に結合され、電気絶縁性コーン 204 に関連する切欠き、孔、または他の設置機構（図示せず）のうちの 1 つまたは複数とインターフェースするように構成された 1 つまたは複数のピンを備えることができ、それによって、フランジに対する電気絶縁性コーンの位置が実質的に固定される。あるいは、1 つまたは複数の位置決め機構 224 が、電気絶縁性コーン 204 上に平坦部（図示せず）または他の機構を有することができ、フランジ 210 上の嵌合平坦部（図示せず）または他の機構と選択的にインターフェースすることができるように構成され、その結果、フランジに対する電気絶縁性コーンの少なくとも回転位置が選択的に維持される。

【0052】

したがって、本開示は、スパッタリング源から電気絶縁性コーンの内面への視線を実質的に排除するように構成された迷路を概して画定することによって、RF フィードスルーのための電気絶縁性コーンの内面を保護することを提供する。さらに、本発明の一態様では放電による局所的な発熱による亀裂を改善するために、実質的に小さな熱膨張率のために、電気絶縁性コーンに水晶などの絶縁材を利用する。電気絶縁性コーンの形状は、一例として、底部領域に近接した円筒形状と、その頂部領域に近接した傾斜または円錐（コーン）形状とを有して提供され、底部金属表面に垂直なインターフェースを提供する。さらに、隆起した金属シールドが、その底部領域付近の電気絶縁性コーンを概ね保護するために提供される。別の態様では、電気絶縁性コーンのインターフェースが導電のために金属化される。さらに、金属ばねストリップのような金属短絡ストリップをセラミック／金属界面の間に設けることができ、それによって金属ストリップはセラミック上に蓄積された電荷を安全に伝導して界面表面間の放電を回避する。

【0053】

様々な態様例によれば、イオン注入システムのためのRFフィードスルーが提供される。RFフィードスルーは、電氣的に絶縁性であり且つ第1の端部および第2の端部を有するコーンを備えることができる。コーンは一例として略中空であり、第1の端部に第1の開口部を有し、第2の端部に第2の開口部を有し、第1の開口部は第2の開口部よりも大きい径を有し、その中にコーンのテーパ付き側壁を画定する。ステムは、一例として、コーンの第1および第2の開口部を貫通している。

【0054】

一例では、フランジがコーンの第1の端部に動作可能に結合され、フランジはコーンをチャンバの壁（例えば、イオン源に関連する）に動作可能に結合し、フランジの開口部およびチャンバの壁の孔を通してステムが貫通する構成である。フランジに近接した領域でステムに動作可能に結合され、ステムの外径から所定距離だけ外向きに延びたパッドキャップは、一例として、チャンバ内の領域からコーンの内面への視線を概ね遮る。

【0055】

フランジとコーンとの間のインターフェースを概してシールするために、1つ以上のOリングが提供されてもよく、別の1つ以上のOリングが、ステムとコーンとの間のインターフェースをシールしてもよい。コーンの第1の端部の第1の表面およびコーンの第2の端部の第2の表面は、金属化されてもよい。1つ以上の金属短絡ストリップがコーンの第1の端部の第1の表面とフランジとの間に配置されてもよく、別の1つ以上の金属短絡ストリップがコーンの第2の表面とステムとの間に配置される。

【0056】

コーンの本体は、アルミナおよび石英のうちの1つを含むセラミックから構成されてもよい。コーンには、一定の直径を有する円筒形の領域を、コーンの第1の端部から第2の端部に向かって変曲点まで所定の距離設けられている。フランジはコーンの第1の端部に関連する領域からコーンの第2の端部に向かって延びるリップを含むことができ、リップは、フランジとコーンとの間のアークを改善するように構成された湾曲領域を有する。コーンは、コーンの第1の端部とフランジとの間にインターフェースを含むことができ、インターフェースは、円筒形の領域のコーンの内面にほぼ垂直である。インターフェースは、金属化されてもよい。

【0057】

本発明は特定の好ましい実施形態または実施形態に関して示され、説明されてきたが、本明細書および添付の図面を読み取り、理解することにより、同等の変更および修正が当業者に想起されることは明らかである。特に、上述の構成要素（アセンブリ、装置、回路など）によって実行される様々な機能に関して、そのような構成要素を説明するために使用されるターム（「手段」への言及を含む）は別段の指示がない限り、本明細書に示された本開示の例示的な実施形態において機能を実行する開示された構成と構造的に同等ではないにもかかわらず、説明された構成要素の指定された機能を実行する（すなわち、機能的に同等である）任意の構成要素に対応することが意図される。さらに、本発明の特定の特徴はいくつかの実施形態のうちの1つのみに関して開示されているが、そのような特徴は任意の所与のまたは特定の用途に望ましく、かつ有利であり得るように、他の実施形態の1つまたは複数の他の特徴と組み合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1A】本発明の一形態のRF共振器の断面図を示す。

【図1B】本発明の一形態のRFフィードスルーの断面図を示す。

【図2A】真空チャンバの内部領域から従来のコーンの内部領域への視線を示すRFフィードスルーの断面図である。

【図2B】図2Aの視線を示すRFフィードスルーの斜視図である。

【図3A】本発明の一態様による例示的なRFフィードスルーの断面図であり、これにより、真空チャンバの内部領域からコーンの内部領域への視線を妨げている様子を示す。

【図 3 B】図 4 A の視線の防止を示す、図 4 A の R F フィードスルーの斜視図である。

【図 4】本発明の様々な態様による別の例示的な R F フィードスルーの断面図である。

【図 5】本発明の様々な態様によるさらに別の例示的な R F フィードスルーの断面図である。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1 A】

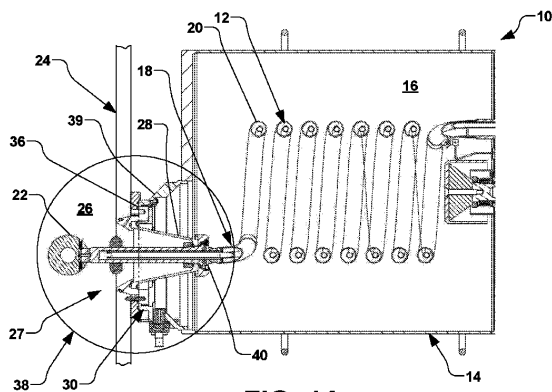


FIG. 1A

【図 1 B】

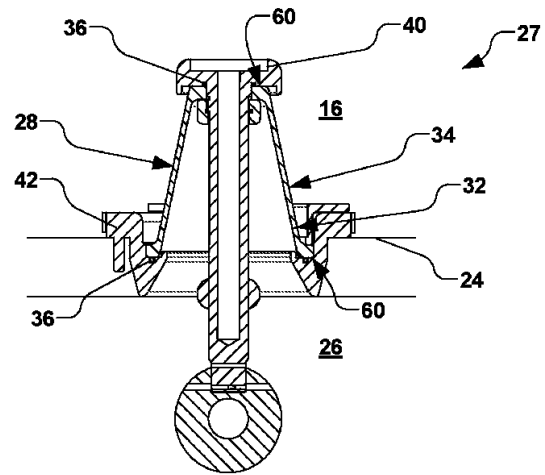


FIG. 1B

【図 2 A】

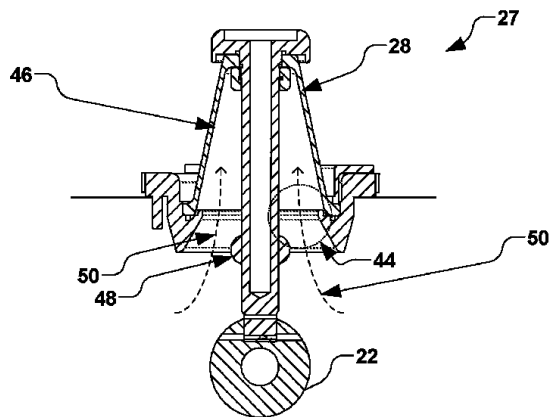


FIG. 2A

【図 2 B】

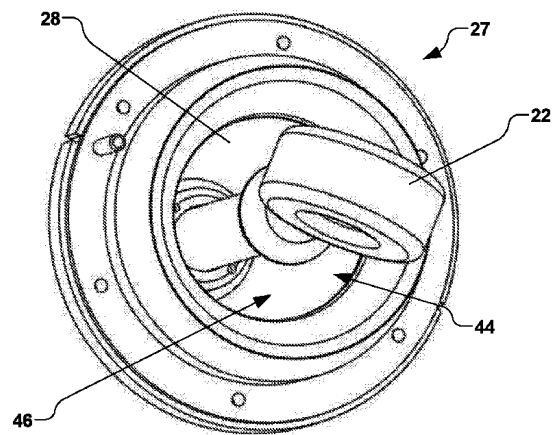


FIG. 2B

【図 3 A】

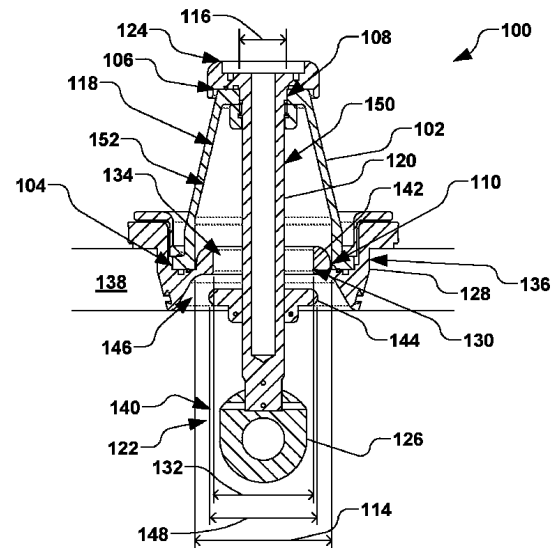


FIG. 3A

【図 3 B】

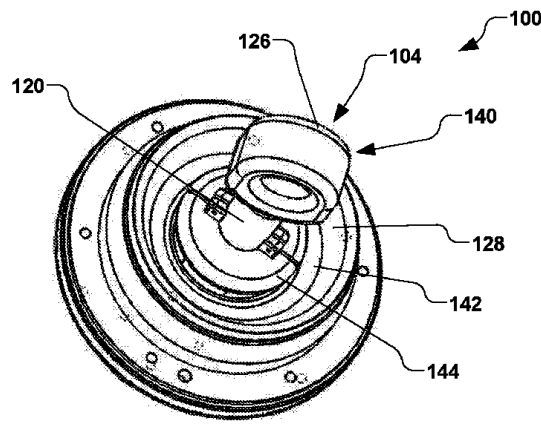


FIG. 3B

【図 4】

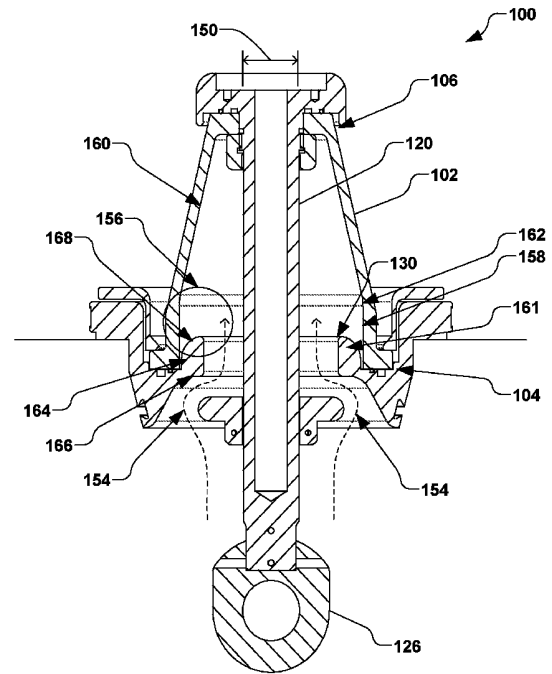


FIG. 4

【図 5】

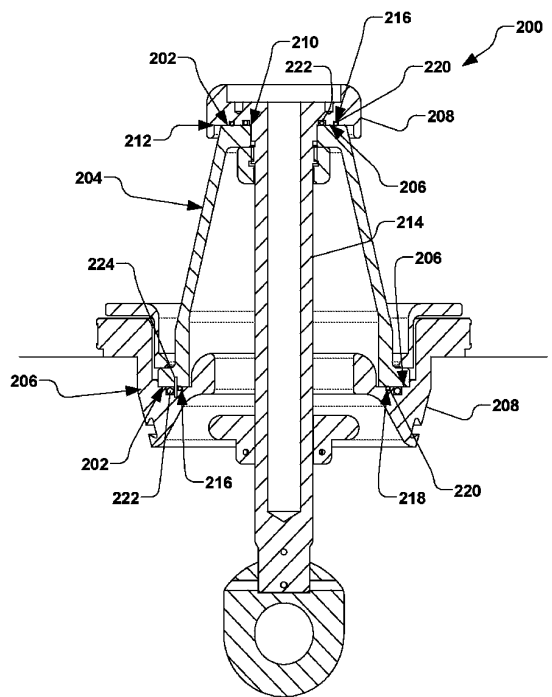


FIG. 5

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2000-124149 (JP, A)
 特開 2001-210266 (JP, A)
 米国特許第 05504341 (US, A)
 米国特許出願公開第 2014/0145581 (US, A1)
 特表平 10-510676 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01J 37/317
 H01J 37/248
 H05H 7/18