(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-196985
(P2013-196985A)
(43)公開日　平成25年9月30日(2013.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01J 27/14	(2006.01)	H01J	27/14	5C030
H01J 37/08	(2006.01)	H01J	37/08	

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 9 頁）

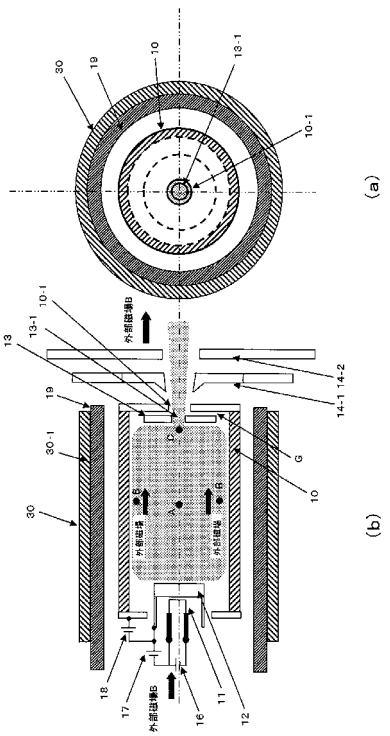
(21)出願番号　特願2012-64716(P2012-64716)
(22)出願日　平成24年3月22日(2012.3.22)

(71)出願人　000183196
株式会社ＳＥＮ
東京都品川区大崎二丁目１番１号
(74)代理人　100077838
弁理士　池田　憲保
(74)代理人　100082924
弁理士　福田　修一
(74)代理人　100129023
弁理士　佐々木　敬
(72)発明者　佐藤　正輝
愛媛県西条市今在家１５０１番地　株式会社ＳＥＮ愛媛事業所内

Ｆターム(参考)　5C030 DD03　DD05　DE01　DE07

(54)【発明の名称】イオン源装置及びイオンビーム生成方法

(57)【要約】
【課題】高パワーを投入することなくイオンビーム引出部のプラズマ密度を高くできるようにしてビーム電流を大きくできるようにする。
【解決手段】　イオン源装置は、プラズマ形成用空間を持つアークチャンバー１０に、カソード１２を設けると共に、前記プラズマ形成用空間を間において前記カソードの熱電子放出面に対向するようにリペラ１３を配置した構成を備える。前記プラズマ形成用空間に、前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行な方向にソース磁場装置３０により誘起される外部磁場Bを印加するよう構成し、前記リペラのうち、前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最も密度の高い部分に対応する箇所に開口部１３－１を設け、該開口部からイオンビームを引き出すよう構成した。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
プラズマ形成用空間を持つアークチャンバーに、中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出するカソードを設けると共に、前記プラズマ形成用空間を間において前記カソードの熱電子放出面に対向するようにリペラを配置した構成を備え、
前記プラズマ形成用空間に、前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行な方向にソース磁場装置により誘起される外部磁場Bを印加するよう構成し、
前記リペラのうち、前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最も密度の高い部分に対応する箇所に開口部を設け、該開口部からイオンビームを引き出すよう構成したことを特徴とするイオンビーム生成用のイオン源装置。
【請求項２】
前記イオンビームの引出方向が前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行であることを特徴とする請求項１に記載のイオン源装置。
【請求項３】
前記開口部は、前記アークチャンバーにおけるイオンビームの出口開口と対向する箇所に設けられ、前記開口部の形状、前記イオンビームの出口開口の形状がそれぞれ円形であることを特徴とする請求項１又は２に記載のイオン源装置。
【請求項４】
前記開口部は、前記イオンビームの出口開口と同じ大きさかあるいは小さく、しかも前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマの密度を低下させない大きさであることを特徴とする請求項３に記載のイオン源装置。
【請求項５】
前記リペラを前記カソードと前記リペラを結ぶ軸の方向に可動とし、前記イオンビームの出口開口と前記リペラとの間のギャップを可変とする手段を備えたことを特徴とする請求項３又は４に記載のイオン源装置。
【請求項６】
前記リペラは電位をかけずにフローティングとすることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のイオン源装置。
【請求項７】
前記リペラに負の定電位あるいは負の可変電位を印加することを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のイオン源装置。
【請求項８】
前記アークチャンバーは筒状であってその中心軸方向の一端側に前記カソードを含む電子源が設置されると共に、他端側に前記リペラが設置され、前記アークチャンバーの周囲に該アークチャンバーの筒壁を包囲するように前記ソース磁場装置が配置されていることを特徴とする請求項１～７のいずれか１項に記載のイオン源装置。
【請求項９】
プラズマ形成用空間を持つアークチャンバーに、中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出するカソードを設けると共に、前記プラズマ形成用空間を間において前記カソードの熱電子放出面に対向するようにリペラを配置した構成を備えるイオン源装置によるイオンビームの生成方法において、
前記プラズマ形成用空間に、前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行な方向にソース磁場装置により誘起される外部磁場Bを印加し、
前記リペラのうち、前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最も密度の高い部分に対応する箇所に設けた開口部からイオンビームを引き出すようにしたことを特徴とするイオンビーム生成方法。
【請求項１０】
前記イオンビームの引出方向が前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行であることを特徴とする請求項９に記載のイオンビーム生成方法。
【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明はイオン源装置に関し、例えばイオン注入装置に適したイオン源装置、及びイオンビーム生成方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
イオン注入装置用のイオン源装置として、電子源と、電子源からの電子を反射するためのリペラとを備えたものが知られている（特許文献１）。
【０００３】
図３を参照して、イオン源装置の一例について説明する。
【０００４】
図３において、イオン源装置はプラズマ形成用空間を持つアークチャンバー２０を有する。アークチャンバー２０は、正面側の壁にフロントスリット２０－１を有し、側面側の壁にソースガスの導入部２０－２を有する。イオン源装置はまた、アークチャンバー２０のプラズマ形成用空間を間に挟んだ対向位置の一方に電子源が設置され、他方にはリペラ２３が設置されている。電子源はフィラメント２１とカソード２２を含む。フロントスリット２０－１の前方には、イオンビームを通す開口を持つサプレッション電極２４とＧＮＤ（グランド）電極２５がイオンビームの引出方向に並べて配置されている。
【０００５】
本イオン源装置は以下のように動作する。まず、フィラメント電源２６でフィラメント２１を発熱させてフィラメント２１の先端に熱電子を発生させる。発生した熱電子をカソード電源２７で加速してカソード２２に衝突させ、その衝突時に発生する熱でカソード２２を加熱する。加熱されたカソード２２は熱電子を発生し、発生した熱電子はカソード２２とアークチャンバー２０の間に印加されたアーク電源２８のアーク電圧によって加速され、ガス分子を電離するのに十分なエネルギーを持ったビーム電子としてアークチャンバー２０内に放出される。
【０００６】
一方、アークチャンバー２０内には導入部２０－２からソースガスが導入されると共に、外部磁場Bが印加される。また、アークチャンバー２０内にはカソード２２の熱電子放出面と対向させてリペラ２３が設けられている。リペラ２３は電子を反射させる機能を持つ。外部磁場Bの方向は、カソード２２とリペラ２３を結ぶ軸と平行である。このため、カソード２２から放出されたビーム電子は外部磁場Bに沿ってカソード２２とリペラ２３の間を往復移動し、アークチャンバー２０内に導入されたソースガス分子と衝突電離してイオンを発生させ、アークチャンバー２０内にプラズマ状態を生成する。
【０００７】
ビーム電子は印加磁場によってほぼ限局された範囲に存在するので、イオンは主にその範囲内で生成され、拡散によりアークチャンバー２０の内壁、フロントスリット２０－１、及びカソード２２、リペラ２３に到達し、壁面で失われる。
【０００８】
一方、イオンビームの引出しについては、フロントスリット２０－１に拡散してきたプラズマから磁場に平行なスリットを通して行われるが、引き出されるイオンビームの電流（引出電流）はフロントスリット２０－１でのプラズマ密度に大きく左右される。例えばフロントスリット２０－１でのプラズマ密度が高ければ引出可能なビーム電流（引出電流）は大きくなる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００９】
【特許文献１】特開２００２－１１７７８０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【００１０】
ところで、アークチャンバー２０内のプラズマの拡散では、外部磁場Bに平行な拡散に比べ外部磁場Bに直角な方向の拡散はしにくい。従って、プラズマ密度は、外部磁場Bに直角な方向に関しては急速に低下する。現状のイオン源装置では、ビーム引出部はプラズマが外部磁場Bに直角な方向に拡散していく位置に置かれている。つまり、フロントスリット２０－１は、外部磁場Bの方向と直交する方向のアークチャンバー２０の壁に設けられている。このため、フロントスリット２０－１でのプラズマ密度が低くなり、引き出されるイオンビーム量、つまり引出電流も制限される。
【００１１】
現状では、引出ビームを多くするため、即ち、フロントスリット２０－１でのプラズマ密度を高くするために、カソード２２からの熱電子電流を大きくする等の方法が採られているが、当然のことながらカソード２２やリペラ２３のプラズマ密度も高くなるためカソード２２の寿命が短くなる等の問題が生じている。
【００１２】
イオン注入装置等のイオン源装置においては、生産性向上の観点から見て、イオン源装置からの引出電流をより多く得ることが求められる。引出電流を多く得るためには、より高密度のプラズマをイオン源装置のイオンビーム引出部（フロントスリット）近傍に生成することが必要になる。そのためには、イオン源装置へ高パワーを投入することが必要である。
【００１３】
これに対し、本発明は、高パワーを投入することなくイオンビーム引出部近傍のプラズマ密度を高くできるようにして引出電流を大きくすることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
本発明の態様によれば、プラズマ形成用空間を持つアークチャンバーに、中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出するカソードを設けると共に、前記プラズマ形成用空間を間において前記カソードの熱電子放出面に対向するようにリペラを配置した構成を備え、前記プラズマ形成用空間に、前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行な方向にソース磁場装置により誘起される外部磁場Bを印加するよう構成し、前記リペラのうち、前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最も密度の高い部分に対応する箇所に開口部を設け、該開口部からイオンビームを引き出すよう構成したことを特徴とするイオンビーム生成用のイオン源装置が提供される。
【００１５】
本イオン源装置においては、前記イオンビームの引出方向は前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行である。
【００１６】
本イオン源装置においては、前記開口部は、前記アークチャンバーにおけるイオンビームの出口開口と対向する箇所に設けられることが望ましく、前記開口部の形状、前記イオンビームの出口開口の形状はそれぞれ円形で良いが、その他の形状でも良い。
【００１７】
本イオン源装置においては、前記開口部は、前記イオンビームの出口開口と同じ大きさかあるいは小さく、しかも前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマの密度を低下させない大きさであることが望ましい。
【００１８】
本イオン源装置においては、前記リペラを前記カソードと前記リペラを結ぶ軸の方向に可動とし、前記イオンビームの出口開口と前記リペラとの間のギャップを可変とする手段を備えるようにしても良い。
【００１９】
本イオン源装置においては、前記リペラは電位をかけずにフローティングとしても良いし、あるいはまた前記リペラに負の定電位あるいは負の可変電位を印加しても良い。

【００２０】
本イオン源装置においては、前記アークチャンバーは筒状であってその中心軸方向の一端側に前記カソードを含む電子源が設置されると共に、他端側に前記リペラが設置され、前記アークチャンバーの周囲に該アークチャンバーの筒壁を包囲するように前記ソース磁場装置が配置される。
【００２１】
本発明の別の態様によれば、プラズマ形成用空間を持つアークチャンバーに、中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出するカソードを設けると共に、前記プラズマ形成用空間を間において前記カソードの熱電子放出面に対向するようにリペラを配置した構成を備えるイオン源装置によるイオンビームの生成方法において、前記プラズマ形成用空間に、前記カソードと前記リペラを結ぶ軸と平行な方向にソース磁場装置により誘起される外部磁場Bを印加し、前記リペラのうち、前記プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最も密度の高い部分に対応する箇所に設けた開口部からイオンビームを引き出すようにしたことを特徴とするイオンビーム生成方法が提供される。
【発明の効果】
【００２２】
本発明によるイオン源装置は、従来のプラズマ引出部におけるプラズマ密度と比較して数十倍の高密度プラズマからのイオンビーム引出しが可能となるため、ビーム電流の増強が可能となる。
【００２３】
一方、従来と同等のビーム電流を得る場合には、投入パワーや導入ガス量は少なくて済む利点がある。
【００２４】
多価のイオンを増加させるためにアーク電源の電圧を高く設定することが必要であるが、従来であればカソードのプラズマ密度を高くしようとするとカソードは短寿命となる問題があった。しかし、本発明では、カソードのプラズマ密度を高くするのではなく、従来のプラズマ引出部のプラズマ密度に比べれば十分に高いカソードのプラズマ密度にほぼ等しいプラズマからイオンビームを引き出すことを可能したので、カソードのプラズマ密度を高くする場合に比べればカソード寿命が延びる。
【図面の簡単な説明】
【００２５】
【図１】本発明に係るイオン源装置を説明するための正面図（図ａ）及び側面断面図（図ｂ）である。
【図２】図１のイオン源装置において、リペラの位置を可変とするための機構の一例を説明するための側面断面図である。
【図３】従来型のイオン源装置を説明するための正面断面図（図ａ）及び側面断面図（図ｂ）である。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
図１を参照して、本発明によるイオン源装置の実施形態について説明する。図１（ａ）はイオン源装置をイオンビームの引出部側から見た正面図であるが、図１（ｂ）に示したサプレッション電極１４－１やグランド電極１４－２を除いた状態で見た場合を想定している。
【００２７】
［構成］
図１において、本イオン源装置は、プラズマ形成用空間を持つアークチャンバー１０を備える。アークチャンバー１０は、筒状、ここでは円筒状のものを横向きとし、中心軸方向の一端側（背面側）に電子源を構成している。図３で説明した電子源と同様、本イオン源装置における電子源もフィラメント１１、カソード１２を含む。カソード１２は、その熱電子放出面から、中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出する。

アークチャンバー１０の中心軸方向の他端側（正面側）の内部には、プラズマ形成用空間を間においてカソード１２の熱電子放出面と対向するようにリペラ１３を設置している。アークチャンバー１０の中心軸方向の他端の中心には、イオンビームの出口開口１０－１が設けられている。このほか、アークチャンバー１０にはプラズマ形成用空間内にソースガスを導入するためのガス導入部が設けられるが、図示は省略している。

【００２８】

図３で説明した例と同様に、フィラメント１１にはフィラメント電源１６が接続され、フィラメント１１とカソード１２との間にはカソード電源１７が、アークチャンバー１０とカソード１２との間にはアーク電源１８がそれぞれ接続されている。

【００２９】

アークチャンバー１０の周囲には、アークチャンバー１０の筒壁を包囲するように、同心の筒状のヒートシールド１９を介してソース磁場装置３０が配置されている。ソース磁場装置３０は、ここではソレノイドコイル３０－１により実現され、プラズマ形成用空間に、カソード１２とリペラ１３を結ぶ軸と平行な方向に外部磁場Bを誘起して印加するものである。ソース磁場装置３０は、ソレノイドコイル３０－１による磁場の他、永久磁石装置による磁場で構成することができる。

【００３０】

図３で説明したように、アークチャンバー１０の中心軸方向の他端側には、イオンビームの出口開口１０－１から少し離れた外側の位置にサプレッション電極１４－１やＧＮＤ（グランド）電極１４－２がイオンビームの引出方向に並べて配置される。

【００３１】

以上のような構成において、本実施形態では、リペラ１３は、アークチャンバー１０の中心軸方向の他端との間に所定のギャップＧができるように配置している。リペラ１３において、イオンビームの出口開口１０－１と対向する箇所には開口部１３－１を設けている。この対向箇所は、後述するように、板状のリペラ１３のうち、プラズマ形成用空間に形成されたプラズマ中の最もイオン密度の高い部分に対応する箇所である。その結果、イオンビームの引出方向がカソード１２とリペラ１３を結ぶ軸と平行になり、しかも開口部１３－１及び出口開口１０－１の中心とそこから引き出されるイオンビームの中心軸が一致する。

【００３２】

ここでは、開口部１３－１、出口開口１０－１共に円形形状としているが、円形以外の形状でも良い。また、開口部１３－１の大きさを出口開口１０－１と同じかあるいは小さくする共に、プラズマ形成用空間に形成されるプラズマの密度を低下させることの無い大きさに設定する。

【００３３】

なお、リペラ１３は、電位をかけずに、いわゆるフローティング状態にするか、数十Ｖの範囲でビーム電子を反射するに足りる大きさの負の固定電位あるいは可変電位を印加するようにしても良い。

【００３４】

以上のように、本実施形態に係るイオン源装置では、アークチャンバー１０内に従来と同じく中性分子を電離するビーム電子を生成するための熱電子を放出するカソード１２を配置すると共に、カソード１２の熱電子放出面に対向するようにリペラ１３を配置する。そして、カソード１２とリペラ１３を結ぶ軸と平行な方向にソレノイドコイル３０－１により誘起される外部磁場Bを印加している。

【００３５】

ここで、従来は、イオンビームの引出しについては、イオンビームを引き出すために外部磁場Bの方向と直交する方向のアークチャンバーの正面側の壁にフロントスリットを設けイオンビームを引き出している。

【００３６】

これに対し、本実施形態では、リペラ１３のうち、プラズマ形成空間に形成されたプラ

ズマ中で最もイオン密度の高い部分に対応する箇所に開口部１３－１を設け、その開口部１３－１から出口開口１０－１を通してイオンビームを引き出すようにしている。このようなイオン源装置は、いわば軸対称の構造を持つとも言える。

【００３７】

［作用］

次に、開口部１３－１の作用について説明する。

【００３８】

一般に、カソード１２から出たビーム電子は、外部磁場Bに沿って移動しリペラ１３で反跳され、カソード１２とリペラ１３の間で往復運動する間に、ガス導入部から導入された中性ガスをイオン化し、発生したイオンは周囲のアークチャンバー内壁に拡散していく。

【００３９】

そのため、カソード１２とリペラ１３を結ぶ軸上であってプラズマ形成用空間の中心となるA点（図１ａ）で最もプラズマ密度が高く、外部磁場Bを横切って拡散するB点（アークチャンバー１０の筒壁近傍）ではプラズマ密度が急速に低下する。

【００４０】

一方、カソード１２とリペラ１３を結ぶ軸上であってリペラ１３に近いC点では外部磁場Bに沿った方向への拡散で、いわゆるプラズマの両極性拡散となり拡散しやすくプラズマ密度は高い。これは、カソード１２に近い箇所でも同様である。ある条件のプラズマ密度計算では、B点はA点の１／１００程度であるのに対し、C点はA点の１／２程度になる。従って、本実施形態でイオンビームを引き出すC点のプラズマ密度は、従来のイオンビーム引出部に対応するB点のプラズマ密度より約５０倍程度高くなる。

【００４１】

なお、リペラ１３に開口部１３－１を設けると、中性分子の電離に寄与するビーム電子の一部はリペラ１３では反跳されないが、引出部に到達して引出電位によって反跳されるためプラズマの生成効率が低下しない。

【００４２】

また、リペラ１３とイオンビームの出口開口１０－１との間の距離（ギャップＧ）を可変とすることで、イオンビーム出口部近傍のプラズマ密度を調整することができ、より特性の良いイオンビーム引出しが可能となる。

【００４３】

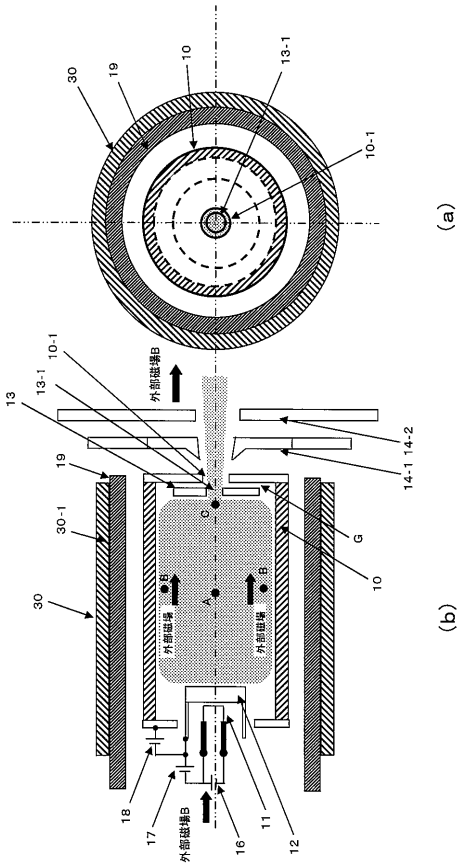
図２は、リペラ１３の位置を可変とすることでリペラ１３とイオンビームの出口開口１０－１との間のギャップＧを可変とする機構の一例を示す。図２において、イオン源装置の一端側（背面側）に設けられる蓋部材４０の外側にリペラ位置調整装置４５を設けている。リペラ位置調整装置４５は、蓋部材４０を貫通してアークチャンバー１０とヒートシールド１９の間を、アークチャンバー１０の他端側に延びる軸部材４６を有する。リペラ位置調整装置４５は、手動又は自動で軸部材４６を軸方向に変位させることができる構造となっている。軸部材４６の先端はかぎ状になっていて、アークチャンバー１０の側壁に設けた開口を通してリペラ１３を保持し、かつ保持したリペラ１３をアークチャンバー１０の出口開口１０－１に対して接近、離反可能にしている。４７は真空シールである。また、特許文献１のように、リペラとビーム引出孔を兼用する場合には、リペラと同様にビーム引出孔は負電位となり、厳しいスパッタにより短時間でビーム引出孔が変形して、ビーム引出に支障をきたすものであるが、本発明によれば、リペラは負電位であるのに対し、ビーム引出孔がプラズマと同電位であるため、ビーム引出孔の変形の問題は発生せず、ビーム引出孔の長寿命化を図ることができる。

【００４４】

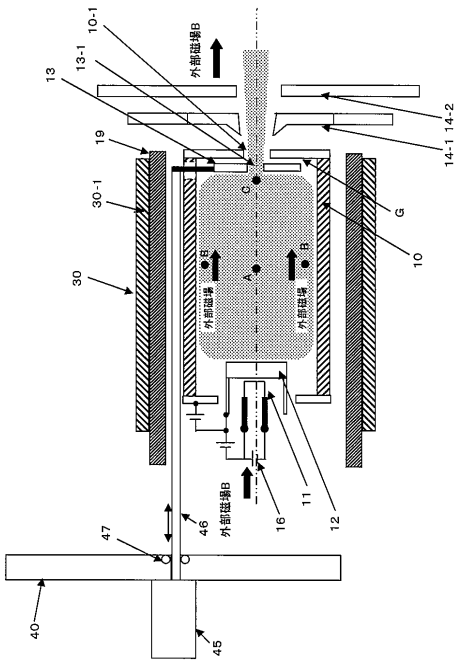
上記実施形態によれば、従来のプラズマ引出部におけるプラズマ密度と比較して数十倍の高密度プラズマからのイオンビーム引出が可能となるため、ビーム電流の増強が可能となる。一方、従来と同等のビーム電流を得る場合には、投入パワーや導入ガス量は少なくて済む利点がある。

【００４５】
従来であれば、イオンビームの引出部のプラズマ密度を高くするためにカソードのプラズマ密度を高くすると、カソードが短寿命となる問題があった。しかし、上記実施形態では、カソードのプラズマ密度を高くするのではなく、従来のプラズマ引出部のプラズマ密度に比べれば十分に高いカソードのプラズマ密度にほぼ等しいプラズマからイオンビームを引き出すことを可能にしたので、カソードのプラズマ密度を高くする場合に比べればカソード寿命が延びる。
【００４６】
以上、本発明を、好ましい実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、請求項に記載された本発明の精神や範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。
【符号の説明】
【００４７】
１０、２０　アークチャンバー
１０－１　出口開口
１１、２１　フィラメント
１２、２２　カソード
１３、２３　リペラ
１３－１　開口部
１４－１、２４　サプレッション電極
１４－２、２５　ＧＮＤ電極
１６、２６　フィラメント電源
１７、２７　カソード電源
１８、２８　アーク電源
１９　ヒートシールド
３０　ソース磁場装置
３０－１　ソレノイドコイル
４０　蓋部材
４５　リペラ位置調整装置
４６　軸部材

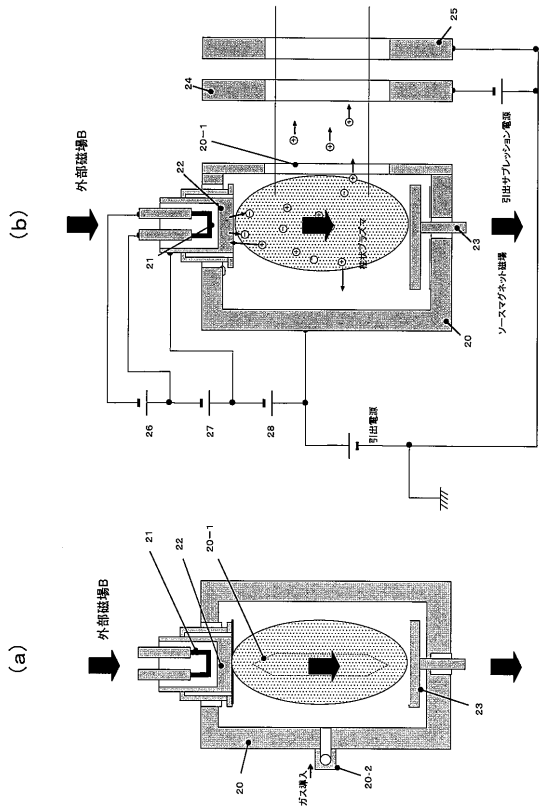
【図１】


(a)
(b)
外部磁場B
外部磁場
外部磁場
30
19
10
13-1
10-1
13
14-1
14-2
30-1
G
C
A
B
18
17
16
11
12

【図２】


外部磁場B
10-1
13-1
13
14-1
14-2
19
30-1
30
G
C
A
B
外部磁場
外部磁場
外部磁場B
16
11
12
47
46
40
45

【図３】


(b)
(a)
外部磁場B
外部磁場B
25
24
20-1
22
21
23
20
引出サプレッション電源
ソースマグネット磁場
26
27
28
引出電源
20-2
ガス導入