

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3844301号
(P3844301)

(45) 発行日 平成18年11月8日(2006.11.8)

(24) 登録日 平成18年8月25日(2006.8.25)

(51) Int. Cl.

H01J 37/317 (2006.01)

F I

H01J 37/317

Z

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-544749 (P2002-544749)
 (86) (22) 出願日 平成13年11月20日(2001.11.20)
 (65) 公表番号 特表2004-525480 (P2004-525480A)
 (43) 公表日 平成16年8月19日(2004.8.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/043205
 (87) 国際公開番号 W02002/043103
 (87) 国際公開日 平成14年5月30日(2002.5.30)
 審査請求日 平成16年11月8日(2004.11.8)
 (31) 優先権主張番号 09/716,931
 (32) 優先日 平成12年11月20日(2000.11.20)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500324750
 バリアン・セミコンダクター・エクイップ
 メント・アソシエイツ・インコーポレイテ
 ッド
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州019
 30, グロスター, ドリー・ロード35

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低ビーム発散となる、低エネルギービームの抽出および減速

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

最終イオンビームエネルギーをもつビームプラズマを有し、ビーム軸線を有する低エネルギーイオンビームを生成するためのイオン光学装置であって、

イオンビームを加速する加速電極と、

イオンビームを減速するための、前記加速電極の下流にある減速電極であって、ビームプラズマ中の熱イオンに電位バリアーを与え、熱イオンが加速電極に到達することを防止するべく選択された電圧をもつ、ところの減速電極と、

ビームプラズマ中の電子が前記減速電極に到達することを防止するための、前記減速電極の下流にあるイオン光学要素と、

を含み、

前記イオン光学要素は、前記減速電極の近傍におけるビーム軸線上の電位が、ビームプラズマの電位に関して、少なくとも僅かに負となるように選択される電圧を有する電子はねのけ電極を含む、ところのイオン光学装置。

【請求項2】

イオンビームがビーム軸線を有し、前記減速電極の近傍におけるビーム軸線上の電位が、ビームプラズマの電位に関して、少なくとも僅かに正となるように、減速電極の電圧が選択される、請求項1に記載のイオン光学装置。

【請求項3】

前記減速電極は、軸線上に電場を限定する形状をもつ、請求項1に記載のイオン光学装置

。

【請求項 4】

前記減速電極の開口が、前記加速電極の開口よりも大きい、請求項 1 に記載のイオン光学装置。

【請求項 5】

前記加速電極および前記減速電極の少なくとも一つがイオンビームに対して横方向に分離され、分離された電極部を個々に制御可能にする、請求項 1 に記載のイオン光学装置。

【請求項 6】

イオン源抽出システムとして機能する、請求項 1 に記載のイオン光学装置。

【請求項 7】

減速レンズシステムとして機能する、請求項 1 に記載のイオン光学装置。

【請求項 8】

最終イオンビームエネルギーをもつビームプラズマを有し、ビーム軸線を有する低エネルギーイオンビームを生成する方法であって、

加速電極でイオンビームを加速する工程と、

加速電極の下流にある減速電極で、イオンビームを減速する工程と、

ビームプラズマ中の熱イオンに電位バリアーを与え、熱イオンが加速電極に到達することを防止すべく選択される電位で、減速電極をバイアスする工程と、

減速電極の下流にある電子はねのけ電極を含むイオン光学要素で、ビームプラズマ中の電子が減速電極に到達することを防止する工程と、

を含み、

前記防止する工程は、電子はねのけ電極の近傍におけるビーム軸線上の電位が、ビームプラズマの電位に関して、少なくとも僅かに負となるように電子はねのけ電極の電圧を選択することを含む、ところの方法。

【請求項 9】

イオンビームがビーム軸線を有し、前記減速電極をバイアスする工程は、前記減速電極の近傍におけるビーム軸線上の電位が、ビームプラズマの電位に関して、少なくとも僅かに正となるように、減速電極の電圧を選択することを含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

軸線上に電場を制限するために、減速電極を形状づける工程をさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

加速電極および減速電極の少なくとも一つをイオンビームに対して横方向に分離する工程をさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はイオン注入器のようなイオンビームシステムに関し、特に、低エネルギーイオンビームの抽出および減速の方法ならびに装置に関する。

【0002】

関連出願

本願は、ここで参考文献として組み込まれる、2000年11月20日付け米国願第09/716,931号の一部継続出願である。

【背景技術】

【0003】

ワークピースをイオンビーム処理する多くの装置が知られている。これらの装置のうちで、イオン注入は、半導体ウエハに電気伝導性を変える不純物を導入する標準的な技術となっている。所望の不純物がイオン源でイオン化され、イオンは所期のエネルギーをもつイオンビームを形成するために加速され、イオンビームはウエハの表面に向けられる。イオンビーム中のエネルギーをもつイオンは半導体材料のバルク内に侵入し、半導体材料の

10

20

30

40

50

結晶格子内に埋め込まれ、所望の伝導性の領域を形成する。

【0004】

イオン注入システムは、ガスまたは固体物質を、よく画成されたイオンビームに変換するためのイオン源を含む。イオンビームは不所望のイオン種を除去するために質量分析され、所望のエネルギーに加速され、ターゲット面に向けられる。ビームの走査、ターゲットの移動により、またはビームの走査とターゲットの移動の組み合わせにより、ビームをターゲット領域にわたって分布させる。

【0005】

半導体業界の傾向は、よく知られているように、デバイスをより小型化、より高速化にすることである。特に、半導体デバイスにおいて、特徴的なものの横方向の寸法、深さが減少している。従来技術でも、半導体デバイスは1,000オングストローム以下の接合深さが要求され、いつかは200オングストローム以下の接合深さが要求されよう。

【0006】

ドーパント剤の注入深さは、少なくとも部分的には、半導体ウエハに注入されるイオンエネルギーにより決定される。浅い接合は、低注入エネルギーで得られる。しかし、イオン注入は典型的に、たとえば20keVから400keVの範囲の、比較的高注入エネルギーで効果的動作するように設計され、浅い接合注入に必要なエネルギーでは効果的に機能しない。低注入エネルギー（2keVかそれより小さいエネルギー）において、イオンビームは、イオン注入器と通っていくと広がり、ウエハに到達するビーム電流は、所望のものよりも非常に低くなる。その結果、仕様通りのドーズ量を達成するためには、非常に長い注入時間が必要となり、スループットが悪影響を受ける。スループットのこのような減少は製造コストを増加させ、半導体デバイス製造者には受け入れ難いものとなる。

【0007】

イオン注入器において、イオン源からイオンビームが抽出され、所望のエネルギーとなるように加速および/または減速され、ウエハへと送られる。イオン源から最終的な低エネルギーをもつイオンビームを抽出する際に、高い加速および減速電圧が使用されると、イオン電流がより抽出できることが知られている。このことは、ビームの虚像の大きさを増加させ、ビームの発散を減少させる。最終的なエネルギーへの減速は、ビーム線にそった一カ所で生じる。その場所は、イオンビームの拡大およびエネルギー汚染を制限するために、選択される。

【0008】

イオン源のための電極システムにおいて、最終的な電極は好適に、非特許文献1に示されたような加速電極と比較して大きいものである。しかし、実験データが示すことは、減速または最終電極の開口が加速電極の開口よりも大きいと、加速電極電流は大きくなり、動作は誤動作しがちになり、すなわち抽出および減速間隙は放電しがちになるということである。加速電極への大きな電流は、電極システムの後に形成されるビームプラズマからの熱イオンによる。熱イオンは最後減速電極の近傍における軸線の大きな場により、ビームプラズマから引き出される。

【非特許文献1】ヒロユキ・イトー（Hiroyuki Ito）、ネイル・ブライアン（Neil Bryan）著、「磁場、電場およびイオン工学系に関する低エネルギービーム抽出」IEEE（1997年）、p. 383-386

【0009】

イオンビーム付着装置のための抽出器および減速レンズがたとえば、特許文献1に開示されている。後質量選択減速をなすイオン注入器はたとえば、特許文献2、3に開示されている。改良された後質量選択加速をなすイオン注入装置がたとえば、特許文献4に開示されている。

【特許文献1】米国特許第5196706号明細書

【特許文献2】米国特許第5932882号明細書

【特許文献3】米国特許第5969366号明細書

【特許文献4】米国特許第5747936号明細書

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

低エネルギーのイオンビームを生成する，既知の従来技術のシステムの全ては，高電極電流，誤動作および高ビーム発散といった欠点を一つ以上もつ。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

したがって，低エネルギーのイオンビームを生成する改良された方法および装置の必要性がある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

一態様では，本発明は，低エネルギーイオンビーム（発散が低く，ビーム電流が高いビーム）生成装置および方法を提供する。本発明は，イオン源抽出システムとして，または減速レンズシステムとして機能するものである。

【 0 0 1 3 】

他の態様では，本発明は，加速電極への電流が低く，抽出および減速が安定した，低エネルギーイオンビームを提供することである。これは，低エネルギービームが加速電極に到達することを防止するために，バイアスされた電極を使用し，ビームプラズマ中の電子がビームプラズマから引き出されることを妨げるためのイオン光学要素を使用することにより，達成される。

【 0 0 1 4 】

一実施例において，減速電極は低エネルギービームのビームプラズマ電位よりも，少なくとも僅かに正にし，電子はねつけ電極が，ビームプラズマ電子が，減速電極に到達することを防止するために使用される。ビームはねつけ電極は，ビームの軸線における電位を，ビームプラズマよりも負となるように，十分に負の電位をもち，これにより電子が減速電極に到達することが妨げられる。

【 0 0 1 5 】

他の実施例において，電子はねつけ電極は，電子が減速電極に到達することを防止するための磁場を生成する磁気要素により置き換えることができる。さらに，減速電極の近傍における軸線上の電場は減速電極を形状付けることにより小さくすることができる。

【 0 0 1 6 】

他の実施例において，加速電極，減速電極，または両方は，イオンビームに対して横方向に分離されてもよく，選択された電圧は，より一様なビーム密度および集束，ビームの幅にわたって得られるように，個々の電極部に適用される。

【 0 0 1 7 】

本発明の態様にしたがって，イオン光学装置が低エネルギーイオンビームを生成するために提供される。イオンビームは最終イオンビームエネルギーをもつビームプラズマを有する。装置は，イオンビームを加速するための加速電極，加速電極の下流にあって，イオンビームを減速するための減速電極，および加速電極の下流にあって，ビームプラズマ中の電子が減速電極に到達することを防止するためのイオン光学要素を含む。減速電極は，熱イオンが加速電極に到達することを防止するために，ビームプラズマ中の熱イオンに，電位バリアーを与えるように，選択された電圧を有する。減速電極電圧は好適に，減速電極の近傍におけるビーム軸線上の電位がビームプラズマの電位に関して少なくとも僅かに正となるように，選択される。

【 0 0 1 8 】

一実施例において，イオン光学要素は，当該電子はねのけ電極の近傍におけるビーム軸線上の電位が，ビームプラズマの電位に関して少なくとも僅かに負となるように，選択された電圧を有する，電子はねのけ電極を含む。

【 0 0 1 9 】

他の実施例において，イオン光学要素は，ビームプラズマ中の電子が減速電極に到達することを防止するための磁場を生成する磁気要素を含む。

10

20

30

40

50

【0020】

好適に、減速電極の開口は、ビームの発散を低くするために、加速電極の開口より大きい。

【0021】

他の特徴にしたがって、加速電極、減速電極、または両方は、個々に制御可能な電極部を画成するために、イオンビームに対して横方向に、分離される。分離された電極は、ビームの個々の部分のビーム密度および集束を、電極部における電圧を制御することにより調節できるようにする。

【0022】

本発明の他の態様にしたがって、低エネルギーイオンビームを生成する方法が提供される。イオンビームは最終的なイオンビームエネルギーをもつビームプラズマを有する。本方法は、加速電極でイオンビームを加速する工程、加速電極の下流にある減速電極でイオンビームを減速する工程、熱イオンが加速電極に到達することを防止するために、ビームプラズマ中の熱イオンに、電位バリアーを提供すべく、選択された電圧で、減速電極にバイアスをかける工程、および減速電極の下流にあるイオン光学要素で、ビームプラズマ中の電子が減速電極に到達することを防止する工程を含む。

10

【0023】

さらに、本発明の他の態様にしたがって、イオン光学装置が低エネルギーイオンビームを生成するために提供される。装置は、イオンビームを加速するための加速電極および加速電極の下流にあってイオンビームを減速する減速電極を含む。加速電極、減速電極、または両方は、個々に制御可能な電極部を画成するためにイオンビームに対して横方向に、分離される。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

図1Aおよび図1Bは従来技術の抽出システムの略示図である。図1Aの抽出システムは低エネルギーをもった市販の高電流イオン注入システムに似ており、図1Bの抽出システムは、ヒロユキ・イトーの上記の非特許文献1に示されている。図1Aおよび図1Bの同様の要素に対し、同じ符号が使用されている。イオンビーム18はイオン源10から抽出される。各抽出システムは、第一の電極11、加速電極12および減速電極13を含む。プラズマ20はまた知られているとおりである。プラズマは電子と正のイオンとからなる。図示のように、最終ビームプラズマ21は、最終のイオンビームに加え電子および熱正イオンを含む。

30

【0025】

図2は本発明にしたがった低エネルギーイオン光学システムの略示図である。図1A、図1Bおよび図2において同様の要素は同じ符号が付されている。システムは、第一の電極11、加速電極12、減速電極13、電子はねのけ電極14および最終電極15を含む。プラズマ20はイオン源10にある。イオン光学システムが減速レンズシステムとして機能する以下の実施例において、プラズマ20は、電子、熱イオンおよびイオンビームイオンを含むビームプラズマにより置き換えられる。電子およびイオンの密度は、ビームプラズマ21がほぼ中性の空間電荷をもつようなものである。イオンビーム線22はイオン光学システム中のイオンビームの一般的な形状を示す。

40

【0026】

この実施例において、電子はねのけ電極14の近傍におけるビーム軸線19上の電位がビームプラズマ21の電位より少なくとも僅かに負となるのに十分な程度に負の状態にある電子はねのけ電極14は、ビームプラズマ21の電子が、減速電極13に到達することを防止する。さらに、減速電極13の近傍におけるビーム軸線19上の電位がビームプラズマ21の電位より少なくとも僅かに正となるのに十分な程度に正の状態にある減速電極13は、ビームプラズマ21の熱イオンが、加速電極12に到達することを防止する。熱イオンのほとんどが加速電極12に到達することが防止されるのは、減速電極13によるビームプラズマ21の縁に生じた湾曲部によるとみなすことができる。

50

【0027】

イオンビーム21中の熱イオンが、減速電極13における電位により加速電極12に到達することを妨げられことから、減速電極13の開口は加速電極12の開口よりも大きくすることができる。したがって、従来技術の抽出システムにおいて、より大きなイオンの虚像が形成され、その結果、最終的な低エネルギービームの発散は減少する。同時に、ビームプラズマ21から加速電極12への電流は顕著に減少し、イオン光学システムのアーク放電も著しく減少する。

【0028】

図3は、本発明の他の実施例にしたがったイオン光学システムの略示図である。図1A、図1B、図2、および図3における同様の要素には同じ符号が付される。図3は、ビームプラズマ21の電子が減速電極13に到達することを妨げるための磁気要素で、電子はねのけ電極14が置き換えられたことを除き図2と同様である。磁気要素24はまた、イオンビーム18が磁場を通過するように、イオンビーム18の両側に位置する、反対の磁極性をもつ磁極24aおよび24bを含むことができる。磁場は、ビームプラズマ21中の電子が減速電極13に到達することを妨げる。

10

【0029】

さらに、減速電極13の形状は、減速電極13の近傍におけるビーム軸線19上の電場を減少させるように選択することができる。一実施例において、減速電極13の開口は加速電極12に向かって次第に狭くなり、その軸線方向の厚さは、軸線19における電場が減少するように選択される。特に、減速電極13は、図3に示されているように、開口の寸法が下流方向に減少するように形状付けられる。

20

【0030】

図2および図3のイオン光学システムは、イオン源10からイオンビーム18の抽出に関連して上述したとおりである。しかし、本発明はイオン源抽出システムに限定されない。特に、図2および図3に示され上述したのと同様にイオン光学システムが、ビーム線にそった適切な位置にあるイオンビーム減速レンズシステムとして利用することができる。減速レンズシステムの場合、プラズマ20は減速レンズの上流にあるビームプラズマである。減速レンズシステムにおいて、同様の電極構造または電極/磁気要素構造が、プラズマから加速電極12への熱イオン電流が減少するように、レンズシステムの上流端で利用することができる。したがって、本発明のイオン光学システムは、イオン源抽出システムまたは減速レンズシステムとして機能することができる。

30

【0031】

図4Aは7keVの高電流ホウ素イオンビームを生成するための、図2の実施例の二次元シミュレーションを示す。このようなイオンビームはイオン注入システムの質量分析磁石へ入射させるものに利用できる。このシミュレーションは発散が僅かなものとなるように（発散が僅かなものとなるイオンビームは質量分析磁石への入射について望ましいものである）最適化されている。シミュレーションは、1eVイオンタイプの高電流イオン源に対するシミュレーションには熱発散によるものが含まれている。

【0032】

図4Aの上方の数字は、イオン源プラズマ20に対する、負の電極の電圧である。図4Aのシミュレーションにおいて、第一の電極11は-58.5Vに、加速電極12は-30.0kVに、減速電極は-3.4kVに、電子はねのけ電極14は-8.4kVに、最終電極15は-7.0kVにセットされている（これらすべてはイオン源プラズマ20の電位に対するものである）。これらの電圧が、アース電位に対して上または下にシフトさせ得ることは理解されよう。7.0keVのイオンビームを生成するために選択された電圧（ここで最終電極15はゼロ電位（0kV）となっている）は図4Cに示されている。この例において、第一の電極11は+7.0kVに、加速電極12は-23kVに、減速電極13は+3.6kVに、電子はねのけ電極14は-1.4kVに、最終電極15はアース電位にバイアスされている。対応するビームエネルギーは図4Dに示されている。図4Dにおいて、破線はビームの外側に対する距離（および電極位置）の関数となるビームエネルギーを示す。図示のように、イオンビームは加速電極12の近傍で約25keVに加速され、減速電

40

50

極13の近傍で約6keVに減速され、電子はねのけ電極14の近傍で約8keVに加速され、最終電極15の近傍で7.0keVに減速される。

【0033】

図4Aのシミュレーションにおいて、減速電極13の電圧および大きさは、ビームプラズマ21に対して正となる、軸線19上の電圧を生成するためには十分ではない。ビームプラズマ21から抽出された熱イオンのほとんどが電子はねのけ電極14へと進むように、メニスカス25の曲率を反転させることは十分である。メニスカス25はベースライン（イオンビームは実質的に中性となっている）にそった点を表す。したがって、熱イオンのほとんどは、加速電極12に進むことを防止される。電子はねのけ電極14は加速電極12よりビームプラズマ21に対して、非常に小さな電圧（この例において、図4Cに示されているように、加速電極12の電圧-23kVに対して電子はねのけ電極14の-1.4kV）を持ち、したがって、誤動作（アーク放電）が防止される。

10

【0034】

図4Bは図4Aのイオンビームの位相の図である。イオンビームは最大が40ミリラジアンが発散である（ビームのほとんどは40ミリラジアンよりも非常に小さい）。図4Aの実施例において、アースに対する、減速電極13および電子はねのけ電極14における電圧の大きさは、イオンビームの発散を減らすために変化させてもよい。

【0035】

図5Aおよび図5Bは、同じイオンビームの電位をもつ減速電極13および電子はねのけ電極14をもち、これによりシステムを図1Aおよび図1Bの従来技術のものに再構成できる同じイオン光学システムを示す。特に、電極13、14および15は同じバイアス電圧を有する。このシミュレーションは、図4Aおよび図4Bで得られるよりもより大きな発散ビーム（最大の発散が100ミリラジアン、または図4Aおよび図4Bのシミュレーションの五倍大きい）を示す。電極13および14がアース電圧である構成において、イオン源のスリットの大きさを減少させても、さらにイオン源電流を減少させても、図4Aおよび図4Bのシミュレーションにおいて示された低発散が回復しないことに留意すべきである。

20

【0036】

図6Aおよび図6Bは、本発明にしたがった減速レンズの二次元シミュレーションを示す。この実施例において、図6Aおよび図6Bのイオン光学システムはイオン源の下流に位置する。図4Aのシミュレーションにあるように、各電極の上の数字はビームプラズマに対する各電極の、負の電圧を示す。図6Aの実施例において、第一の電極11は-3.0kVの電圧をもち、加速電極12は-12.0kVの電圧をもち、減速電極13は+700kVの電圧をもち、電子はねのけ電極14は-1.2kVの電圧をもち、最終電極15は-800Vの電圧をもつ（これらすべては、ビーム源の電位に対するものである）。

30

【0037】

右側のシミュレーションソフトの中性化ルーティンにおけるエラーが、メニスカス25においてエラーを発生させ、また図6Bに示した“はね”をより大きくする。しかし、低発散が生成されることを依然として示している。この発散は、イオン源の1eVイオンによる熱的な発散程度である。減速電極13および電子はねのけ電極における電位は、所望のビームの集束を達成するために、最終ビームのアース電位に対して変化させることができる。電極13および14の使用はまた、集束のために必要な加速電極12における電圧を減少させる。低ビーム電流に対して、または低ビーム電流のビームの一部に対して、減速電極13の電圧は集束を減少するために、（電極12と14の電圧の間で）負となるようにしてもよい。

40

【0038】

図6Aに示され、上述した減速レンズにおいて、加速電極12、減速電極13、または両方は、イオンビームを横切る方向に分離されてもよい。分離された加速電極12の実施例が図7に示されている。加速電極12はイオンビーム18の上に電極部50、51、52、53および54を、イオンビーム18に下に電極部60、61、62、63および64を含んでもよい。電極部の数および大きさは、応用例に対応して選択できる。さらに、所望の結果を達成するために、電極部のそれぞれに適用されるのは、独立した電圧でも、すべてまたは全部が同じ電圧でも異な

50

る電圧でもよい。分離した電極を使用して、最終ビーム密度と、ビームの個々の部分の集束の両方を調節できる。たとえば、電極12の電極部の一つが二つの隣接した電極部よりも負となる電圧をもつとき、その電極を通過するビーム電流の密度は増加し、集束は高まる。同様に、電極13の電極部の一つが二つの隣接した電極部よりも正となる電圧をもつとき、その電極を通過するビーム電流の密度は減少し、集束は高まる。したがって、電極部の電圧を調節することにより、ビームの密度および集束の両方を形成することができる。電極12および13の電極部の電圧が調節されると集束を形成することができる。電極13の電圧が最終のアース電位に対してすべて負であるとき、電子はねのけ電極14は除去してもよい。イオンビーム22を横切る電極部の位置は整列されても交互になってもよい。

【0039】

10

本発明の好適な実施例を示し説明してきたが、本発明の思想および範囲から逸脱することなく、種々の変更、修正がなし得ることは当業者には明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】図1Aは従来技術のイオン源抽出システムの略示図であり、図1Bは他の従来技術のイオン源抽出システムの略示図である。

【図2】図2は本発明にしたがったイオン源抽出システムの第一の実施例の略示図である。

。

【図3】図3は本発明にしたがったイオン源抽出システムの第二の実施例の略示図である。

。

20

【図4A】図4Aは本発明にしたがった抽出システムの実施例に対するビームの軌道および等電位線を示す、シミュレーション図である。

【図4B】図4Bは図4Aに示されたイオンビームの位相図である。

【図4C】図4Cは図4Aに示された抽出システムの電圧図である。

【図4D】図4Dは図4Aに示されたイオンビームのエネルギー図である。

【図5A】図5Aは従来技術にしたがって再構成された、図4Aの抽出システムに対する同等のシミュレーション結果を示す。

【図5B】図5Bは従来技術にしたがって再構成された、図4Aの抽出システムに対する同等のシミュレーション結果を示す。

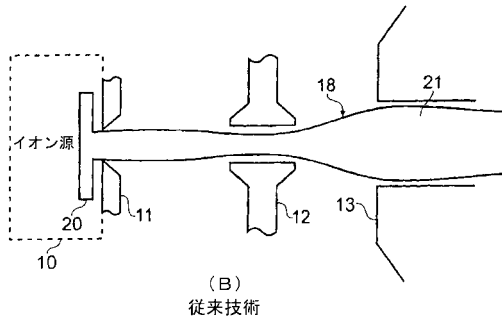
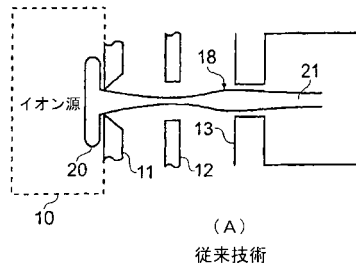
【図6A】図6Aは、本発明にしたがった、減速レンズの実施例に対する、ビーム軌道および等電位線を示すシミュレーション図である。

30

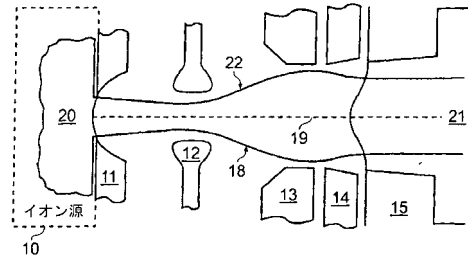
【図6B】図6Bは図6Aに示されたイオンビームの位相の図である。

【図7】図7はイオンビームに対して横切る方向に分離した電極を示す。

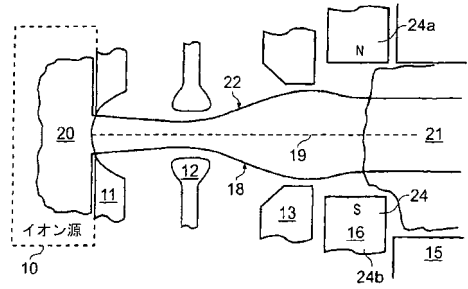
【図 1】



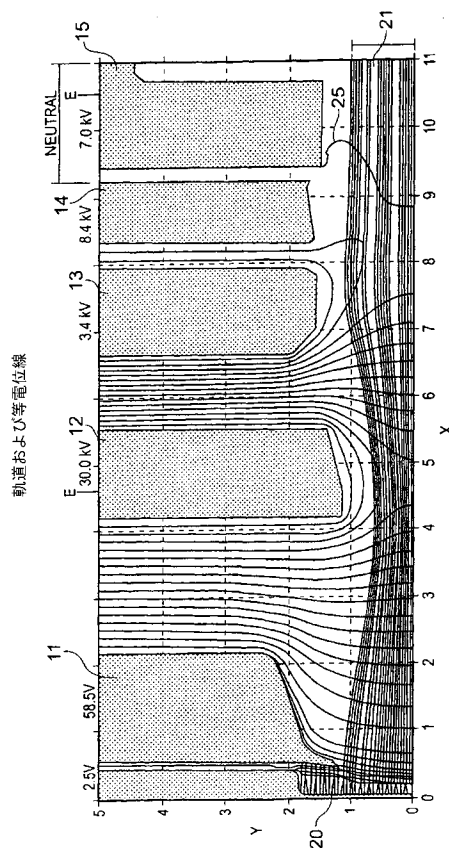
【図 2】



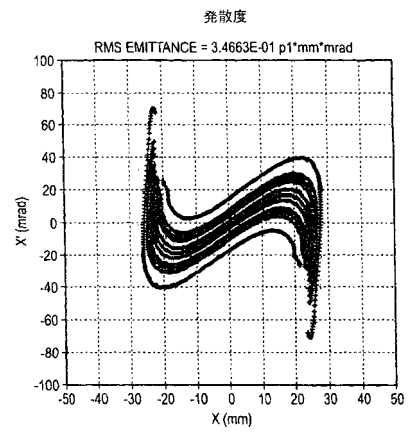
【図 3】



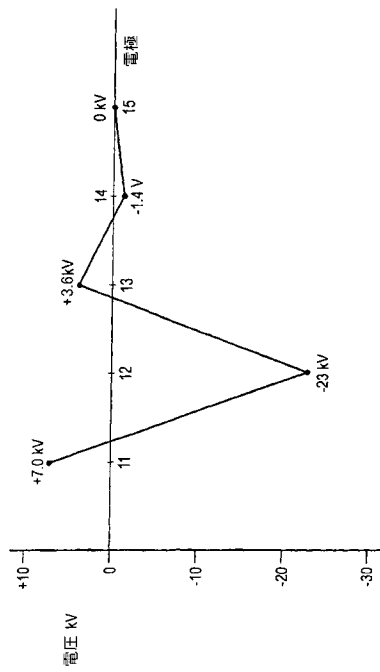
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 4 C】



【図 4 D】

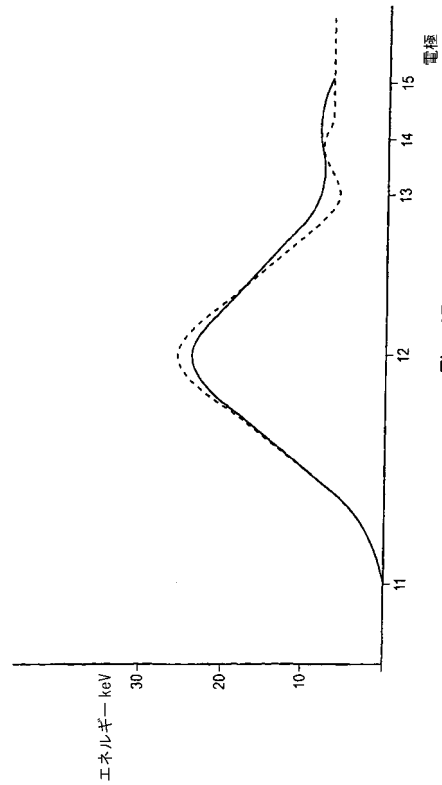
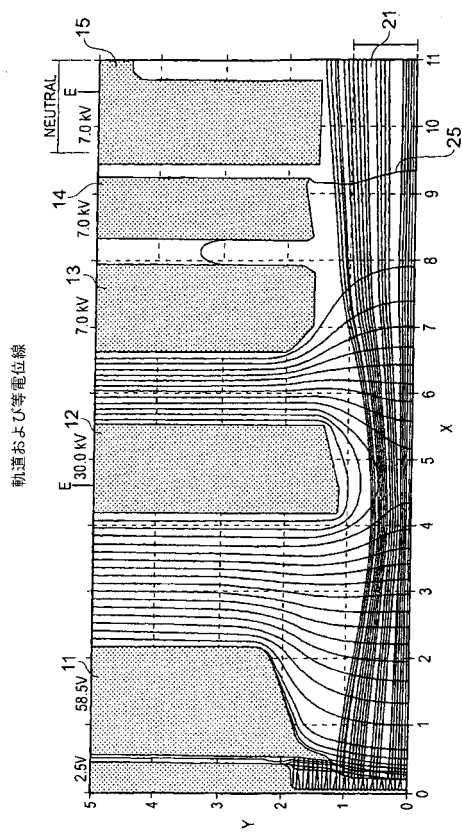
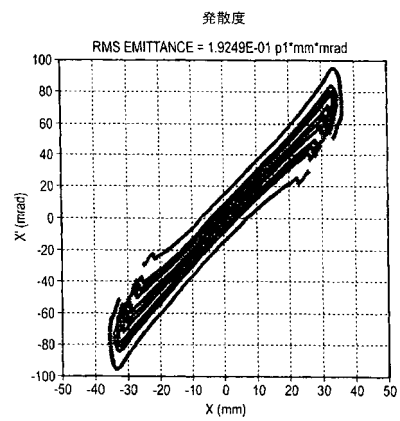


Fig. 4D

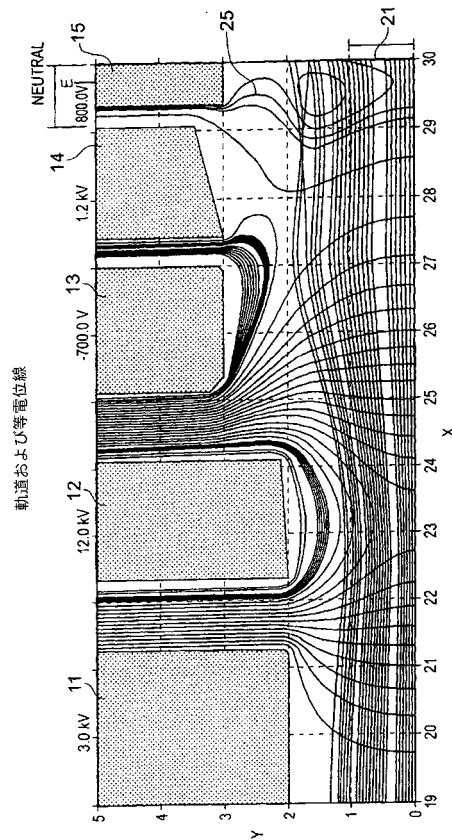
【図 5 A】



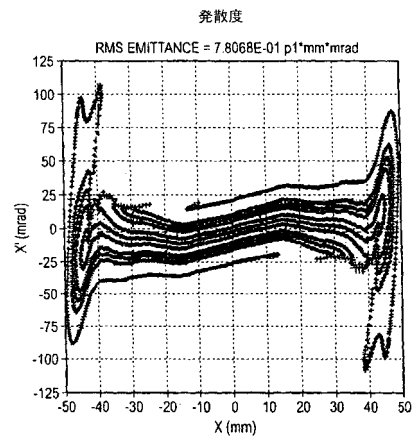
【図 5 B】



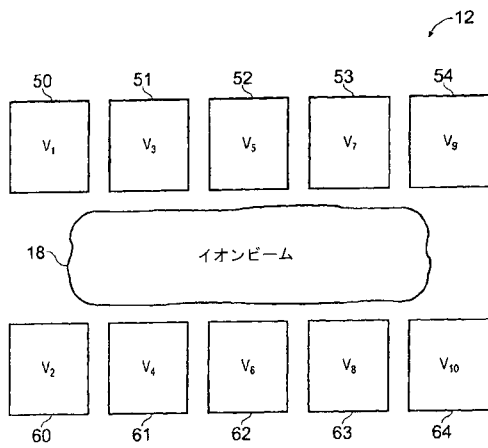
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7】



フロントページの続き

(73)特許権者 503181831

ケーター・ケラー・コンサルティング・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー

K2 KELLER CONSULTING LIMITED LIABILITY COMPANY

アメリカ合衆国ニューヨーク州12550, ニューバーグ, ノース・エンド4

4 North End, Newburgh, New York 12550, United States of America

(74)代理人 100069899

弁理士 竹内 澄夫

(74)代理人 100096725

弁理士 堀 明 ひこ

(72)発明者 ケラー, ジョン・エイチ

アメリカ合衆国ニューヨーク州12550, ニューバーグ, ノース・エンド4

審査官 小林 紀史

(56)参考文献 特開昭62-108428(JP, A)

特開昭62-122045(JP, A)

特開平01-209645(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J27/00 - 27/26

H01J37/04

H01J37/06 - 37/08

H01J37/248

H01J37/30 - 37/36