(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2007-500924
(P2007-500924A)
(43)公表日　平成19年1月18日(2007.1.18)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01J 37/317	(2006.01)	H01J	37/317	Z	5C034
H01L 21/265	(2006.01)	H01L	21/265	603B	
		H01L	21/265	603A	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 24 頁）

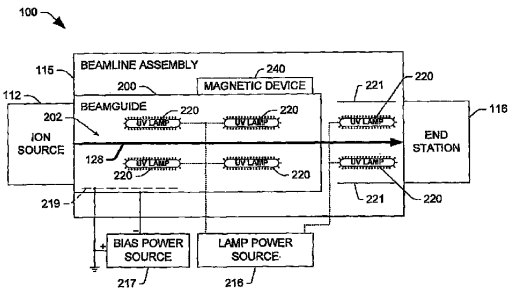
(21)出願番号　特願2006-522146 (P2006-522146)
(86)(22)出願日　平成16年7月30日 (2004.7.30)
(85)翻訳文提出日　平成18年1月18日 (2006.1.18)
(86)国際出願番号　PCT/US2004/025310
(87)国際公開番号　WO2005/013341
(87)国際公開日　平成17年2月10日 (2005.2.10)
(31)優先権主張番号　10/632,234
(32)優先日　平成15年7月31日 (2003.7.31)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　500266634
アクセリス　テクノロジーズ　インコーポレーテッド
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０１９１５　ベバリー　チェリー　ヒル　ドライブ　１０８
(74)代理人　100068618
弁理士　萼　経夫
(74)代理人　100104145
弁理士　宮崎　嘉夫
(74)代理人　100080908
弁理士　舘石　光雄
(74)代理人　100109690
弁理士　小野塚　薫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】イオンビームガイド内の光電子を使用してイオンビームを閉じ込めるための装置および方法

(57)【要約】
イオン注入システムおよびビーム閉じ込め装置が備えられ、光電子源および光子源がビーム径路に沿って備えられる。ＵＶランプのような光子源は、イオン注入システムにおいて、ビームの閉じ込めを増強するための光電子を発生するために、光電子放出材料に光子を供給する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
径路に沿ってイオンビームを作り出すのに適したイオン源と、
前記径路に沿ってイオン源から下流に設置されるビームラインアッセンブリとを含むイオン注入システムであって、前記ビームラインアッセンブリは、
前記イオンビームが前記径路に沿って運搬される通路を定めるビームガイドと、
少なくとも前記通路の一部分に沿って設けられる光電子源と、
前記光電子源から光電子放射を引き起こすように、少なくとも前記光電子源の一部分に光子を供給する光子源と、
前記径路に沿って、前記ビームラインアッセンブリの下流に設けられ、イオンビームを使用するイオン注入のための前記径路にそって、少なくとも一つのウエハを支持するように適合しているエンドステーションと、
からなることを特徴とするイオン注入システム。
【請求項２】
光電子源は、ビームガイドの内壁を含むことを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項３】
光子源は、光電子源に光を供給する少なくとも一つのランプであることを特徴とする請求項２に記載のイオン注入システム。
【請求項４】
少なくとも一つのランプは、光電子源の仕事関数を越えるエネルギーを有するように光電子源にフォトンを供給することを特徴とする請求項３に記載のイオン注入システム。
【請求項５】
少なくとも一つのランプは、光電子源に紫外光あるいは可視光を供給することを特徴とする請求項３に記載のイオン注入システム。
【請求項６】
ビームガイドの内壁は、アルミニュウムからなることを特徴とする請求項３に記載のイオン注入システム。
【請求項７】
ビームガイドの内壁は、ランタンヘキサボライドからなることを特徴とする請求項６に記載のイオン注入システム。
【請求項８】
ビームガイドの内壁は、ランタンヘキサボライドからなることを特徴とする請求項３に記載のイオン注入システム。
【請求項９】
ビームガイドの内壁は、アルミニュウムからなることを特徴とする請求項２に記載のイオン注入システム。
【請求項１０】
ビームガイドの内壁は、ランタンヘキサボライドからなることを特徴とする請求項２に記載のイオン注入システム。
【請求項１１】
前記ビームラインアッセンブリは、前記通路の少なくとも一部分に、複数のカスプ磁界を供給するのに適合した磁気装置を含むことを特徴とする請求項２に記載のイオン注入システム。
【請求項１２】
前記磁気装置は、少なくとも前記通路に沿って配置される複数の磁石を含むことを特徴とする請求項１１に記載のイオン注入システム。
【請求項１３】
前記複数の磁石は、少なくとも一つのビームガイド壁の外側表面に沿って取り付けられることを特徴とする請求項１２に記載のイオン注入システム。

【請求項１４】
前記ビームラインアッセンブリは、さらに、ビームガイドの一部分が貫通する質量分析器を含み、該質量分析器は、イオン源からイオンビームを受け取り、エンドステーションの方へ前記径路に沿って所定の電荷対質量比のイオンを向けるように適合されることを特徴とする請求項２に記載のイオン注入システム。
【請求項１５】
前記光電子源および光子源は、協調して、前記質量分析器を貫通するビームガイドの部分に光電子を供給することを特徴とする請求項１４に記載のイオン注入システム。
【請求項１６】
前記光子源は、前記光電子源へ光を供給する少なくとも一つのランプを含むことを特徴とする請求項１記載のイオン注入システム。
【請求項１７】
前記少なくとも一つのランプは、前記光電子源の仕事関数を越えるエネルギーを有するように光子を供給することを特徴とする請求項１６に記載のイオン注入システム。
【請求項１８】
前記少なくとも一つのランプは、前記光電子源へ紫外光あるいは可視光を供給することを特徴とする請求項１６に記載のイオン注入システム。
【請求項１９】
前記光電子源は、アルミニュウムからなることを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項２０】
前記光電子源は、ランタンヘキサボライドからなることを特徴とする請求項１９に記載のイオン注入システム。
【請求項２１】
前記ビームラインアッセンブリは、さらに、少なくとも前記通路の一部分で、複数のカスプ磁界を提供するように適合する磁気装置を含むことを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項２２】
前記磁気装置は、少なくとも前記通路の一部分に沿って配置される複数の永久磁石からなることを特徴とする請求項２１に記載のイオン注入システム。
【請求項２３】
前記ビームラインアッセンブリは、さらに、ビームガイドの一部分が貫通する質量分析器を含み、該質量分析器は、イオン源からイオンビームを受け取り、エンドステーションの方へ前記径路に沿って、所定の電荷対質量比のイオンを向けるように適合されることを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項２４】
前記光電子源および光子源は、協調して、前記質量分析器を貫通するビームガイドの部分に光電子を供給することを特徴とする請求項２３に記載のイオン注入システム。
【請求項２５】
前記光電子源は、前記ビームガイドの壁から離れていることを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項２６】
前記ビームラインアッセンブリは、さらに、前記光電子源から離れている導電シースを含み、そして、前記光電子源は、前記導電シースに関してバイアスされていることを特徴とする請求項２５に記載のイオン注入システム。
【請求項２７】
前記導電シースは、少なくとも一つの開口を含むことを特徴とする請求項２６に記載のイオン注入システム。
【請求項２８】
前記ビームラインアッセンブリは、さらに、少なくとも前記通路の一部分で、複数のカ

スプ磁界を提供するように適合する磁気装置を含むことを特徴とする請求項２６に記載のイオン注入システム。
【請求項２９】
前記磁気装置は、少なくとも前記通路の一部分に沿って配置される複数の永久磁石からなることを特徴とする請求項２８に記載のイオン注入システム。
【請求項３０】
前記磁気装置は、光電子放射を増加させるために、光電子源で複数のカスプ磁界を与えることを特徴とする請求項２８に記載のイオン注入システム。
【請求項３１】
前記光子源は、少なくとも一つのレーザからなることを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項３２】
前記ビームガイドは、少なくとも一つの窓を含み、前記光子源は、前記少なくとも一つの窓を介して、少なくとも光電子源の一部分へ光子を供給するために、ビームガイド外側に配置されることを特徴とする請求項１に記載のイオン注入システム。
【請求項３３】
イオンビーム輸送通路内でイオンビームブローアップを阻止するためのビーム閉じ込め装置であって、前記閉じ込め装置は、
少なくとも通路の部分に沿って配置される光電子源と、
光電子源から光電子放射を引き起こすように、少なくとも光電子源の一部分へ光子を供給する光子源とを、含むことを特徴とするビーム閉じ込め装置。
【請求項３４】
前記光電子源は、前記通路を定めるビームガイドの内壁を含むことを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項３５】
前記光子源は、光電子源へ光を供給する少なくとも一つのランプを含むことを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項３６】
前記通路の少なくとも一部分に、複数のカスプ磁界を与えるように適合する磁気装置を含むことを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項３７】
前記光電子源および光子源は、協調して、質量分析器を貫通する通路の一部分に、光電子を供給することを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項３８】
さらに前記光電子源から離れた導電シースを含み、前記光電子源は前記導電シースに関してバイアスされていることを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項３９】
さらに、前記通路の少なくとも一部分に、複数のカスプ磁界を与えるように適合する磁気装置を含むことを特徴とする請求項３８に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項４０】
前記磁気装置は、光電子放射を増加するために、光電子源で複数のカスプ磁界を与えることを特徴とする請求項３９に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項４１】
前記光子源は、少なくとも一つのレーザであることを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項４２】
前記通路は、少なくとも一つの窓を含み、前記光子源は、前記少なくとも一つの窓を介して、少なくとも光電子源の一部分へ光子を供給するために、ビームガイド外側に配置されることを特徴とする請求項３３に記載のビーム閉じ込め装置。
【請求項４３】

イオン注入システムにおいてイオンビーム閉じ込めを提供する方法であって、該方法は、
イオンビーム径路に沿って光電子源を備え、
そして、光電子源から光電子放射を引き起こすように、少なくとも光電子源の一部分に光子を供給することを特徴とする方法。
【請求項４４】
前記光電子源は、イオン源から下流にビームガイドを備え、
このビームガイドは、前記径路に沿ってイオンビームが輸送される通路を定め、
そして、光子を供給することは、前記ビームガイドから光電子放射を引き起こすように、ビームガイドの少なくとも一部分に光子を供給することを含むことを特徴とする請求項４３の方法。
【請求項４５】
前記光子の供給は、前記光電子源へ光を与えるために、上記径路に沿って少なくとも一つのランプあるいはレーザを備えることを特徴とする請求項４３の方法。
【請求項４６】
前記光子の供給は、前記光電子源の仕事関数を越えるエネルギーを有するように前記光電子源に、光子を供給することを特徴とする請求項４３の方法。
【請求項４７】
光電子放射を増加するために、前記光電子源で複数のカスプ磁界を与えることを特徴とする請求項４３の方法。
【請求項４８】
前記光電子源から離れた導電シースを備え、
光電子を増加するために、前記導電シースに関して前記光電子源を負にバイアスすること特徴とする請求項４３の方法。
【請求項４９】
さらに光電子放射を増加するために、前記光電子源で複数のカスプ磁界を与えることを特徴とする請求項４８の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、概してイオン注入システムに関し、特にイオン注入システム内でのイオンビームの閉じ込めと輸送のための方法と装置の改善に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体装置の製造において、イオン注入は、半導体ウエハに不純物をドープするのに使用される。イオン注入機あるいはイオン注入システムは、集積回路の製造中、ウエハ内に保護層を形成したり、ｎ型あるいはｐ型がドープされた領域を作り出したりするために、半導体ウエハをイオンビームで処理する。イオン注入システムが半導体をドープするために使用される時、所望の外部構成要素を作るために、選択されたイオン種を注入する。アンチモン、ヒ素又はリンのようなソース材料から発生される注入イオンは、ｎ型の外部構成要素のウエハを生じ、もし、ｐ型の外部構成要素のウエハが望まれるなら、ボロン、ガリウム、又はインジウムのようなソース材料から発生されるイオンが注入される。イオン注入機は、追加の種を注入することを必要とする半導体装置の製造において、他の適用のために、また、使用される。例えば、ゲルマニウムは、シリコーンをプリアモルファイズ（preamorphize）し、その後の注入ステップでイオンチャンネリングを防ぐために、シリコーンウエハ中に注入される。
【０００３】
イオン注入システムは、そのようなイオン化源材料から、正の荷電イオンを発生するためのイオン源を含む。発生したイオンは、上記イオン源から引き出されてイオンビームに形成され、それは、ビームラインアッセンブリ内の所定ビーム径路に沿って、時々、エン

ドステーションと呼ばれる注入ステーションへ向けられる。イオン注入システムは、上記イオン源とエンドステーションの間に延びるビーム形成および成形構造を含んでよく、それが、イオンビームを維持し、伸びている内部キャビティあるいは通路に連結され、そこを通して、ビームが、エンドステーション内で支持される１以上のウエハあるいはワークピースへ、行く途中に輸送される。イオンビーム輸送通路は、空気分子との衝突により、所定ビーム通路からそらされるイオンの確率を減少させるために、一般的には排気される。

【０００４】

イオンの電荷対質量比は、電場あるいは磁場による軸方向および横方向双方に加速される程度に影響する。イオン注入システムは、一般的には、イオン源のビームラインアッセンブリの下流に、質量分析器（通路内のビーム軌道を横切るダイポール磁場を創り出す質量分析磁石を有する）を含む。このダイポール磁場は、通路の弓形断面での磁気偏向によって、イオンビーム内の種々のイオンを偏向させるよう作用し、異なる電荷対質量比のイオンを分離する。所望の又は非所望の電荷対質量比のイオンを選択的に分離する過程は、質量分析と呼ばれる。質量分析技術を用いて、非所望の分子又は原子量のイオンは、ビーム軌道から離れる位置になるように偏向されるので、ウエハ上に与えられるビームは、非常に混じりけがなく、所望材料以外のイオン注入は、避けることができる。

【０００５】

高エネルギーイオン注入は、一般的には半導体ウエハ内により深く注入するために使用される。反対に、高電流、低エネルギーのイオンビームは、概して、多くの量や、浅い深さのイオン注入に対して使用され、その場合、イオンの、より低いエネルギーは、イオンビームの収束を維持することを困難にする。特に、高電流、低エネルギーイオンビームは、一般的には、互いの反発力、時々、ビームブローアップ（beam blowup）と呼ばれる空間電荷効果により、それる傾向があるところの、同じように荷電した（正）イオンが、高凝縮（high concentration）することを含む。（高電流）ビーム内のイオンの高凝縮は、イオンの互いの反発力を強調するので、ビームブローアップは、高電流、低エネルギーでの適用で特に厄介である。一方、イオンの低伝播速度（低エネルギー）では、高エネルギーでの適用より、より長い時間、イオンが互いの反発力を受ける。

【０００６】

空間電荷中和は、中性粒子ばかりでなく、正及び負の荷電粒子を含むビームプラズマの供給及び／あるいは生成を介しての、イオン注入機での空間電荷効果を減少するための技術であり、ビームによって占有される空間内の正及び負の荷電粒子の荷電密度は、ほぼ等しい。例えば、ビームプラズマは、正に荷電したイオンビームが、残存バックグランドガスの原子と作用する時に生成され、それによって、ビーム輸送中の衝突でイオン化によりイオン－電子対を生じる。結果として、イオンビームは、ビーム径路内のバックグランド残存ガスとの作用により、部分的に中性化されるようになる。

【０００７】

一般的に、イオンビームは、残存ガスあるいはバックグラウンドガスとの相互作用で、ビームの副産物である弱いプラズマ中を伝播する。プラズマは、電子の高い移動度により、非常に短い距離で電界をショートする特性を有する。そのため、プラズマは、通路内のビーム径路に沿って、負に荷電した電子を供給することによって、イオンビームによって生じる空間電荷を中和しようとし、それによって、さもなければ、ビームを分散させるか、あるいは、膨らませ（blow up）ようとする電界が、横方向へ作用するのを排除する。しかしながら、低いイオンビームエネルギーでは、バックグラウンドガスとの衝突でイオン化する可能性は、非常に低い。

【０００８】

したがって、注入機において、低エネルギービームの有るか無しかの中和は、ビームと残存ガスとの相互作用によって生じるプラズマの結果として生じる。さらに、質量分析器のダイポール磁界において、上記磁界の方向に沿う拡散が制限されない間、磁界を横切るプラズマ拡散は、大いに減少する。結果として、空間電荷中和に対して、付加的なプラズ

マの導入あるいは維持は、注入機の質量分析器の部分においては困難である。というのは、そのようなプラズマは、通路側壁へのダイポール磁力線に沿って、急速に迂回するからである。さらに、低エネルギーイオン注入システムは、一般的に、ビームラインアッセンブリに沿う側壁で電子が失われることに苦しみ、空間電荷の中和のために利用できるそのような電子の数は減少する。

【０００９】

さらに、イオンビームが、交流電場あるいは磁場を使用してスキャンされるスキャンービームシステムでは、そのような場を通じての、プラズマ拡散の時間的変化の特性のため、プラズマ発生は、困難である。そのようなシステムは、しばしば、一方向にイオンビームをスキャンするためのスキャニング装置を含み、そして、一あるいは複数の目標のウエハに、一様な注入をさせるために、ウエハの直交方向にスキャンされる。一般的に、ビームは、変化する電場あるいは磁場を使用してビームラインに沿って、ある時点でスキャンされ、そして、焦点合わせ装置[例　時々、パラレライザー（parallelizer）といわれる]が、スキャンビームを平行にするためにスキャニング装置の下流に備えられる。

【００１０】

低エネルギー高電流ビームでは、ビームをスキャンし、平行化することは、磁場に委ねられる。しかし、時間差スキャニング（time-varying scanning）は、ビーム生成プラズマを介してのビーム閉じ込めを困難にし、ビームは、プラズマが生成される空間的位置から離れる。したがって、ビームが進みつつある(moving into)ボリューム内のビーム発生プラズマの密度は、ビームが離れつつある（moving out of）ボリューム内のプラズマ密度より、とても低い。スキャンされる、又はスキャンされないビームに対して、空間電荷中和の増加及びブローアップの防止又は減少のための、イオン注入システム及び方法が必要である。

【００１１】

下記事項は、本発明のいくつかの特徴についての基本的理解を提供するための、本発明の簡単な要約である。この要約は、本発明の広範囲の概観ではない。本発明の手がかりとなる又は重要な要素を確認するものでも、また、本発明の範囲を線引きするものでもないことを意味している。むしろ、その目的は、単純な形式での本発明のいくつかの概念を、後に提示される、より詳細な記述の前触れとして、提示することである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

本発明は、空間電荷中和を介するイオン注入システムにおいて、ビーム閉じ込めと輸送に関する。ビーム軌道に沿ってビームを閉じ込め、ビーム広がりあるいはブローアップを抑制しあるいは防止するために、輸送中にイオンビームの空間電荷を中性化する電子を発生するように、フォトエミッションが使用される。

本発明は、特に高電流、低エネルギーイオン注入機で有用であるばかりでなく、また、高エネルギーイオン注入機を含む、一般的にイオン注入システムにおいて実用性が見出される。この点において、本発明は、スキャンされた及び／固定された（例　スキャンされない）ビームを含む、円形の、あるいは引き延ばされた外形（例　「ペンシル」ビームおよび／あるいはリボンビーム）、あるいはビームの他の形状を有する低エネルギー又は超低エネルギーのイオンビームのような、任意のエネルギー及び形式の要素からなるイオンビームの輸送と関連して使用できる。

【００１３】

光電子の発生は、イオン注入機内のランプあるいは他の光子源からビームガイド壁あるいは他の光電子源へ、光子を供給することによって達成され、そのような光電子放射は、質量分析器中を通過するビーム軌道を含む、イオン源とエンドステーション間のビーム軌道の全てあるいは部分に沿って供給される。光電子源は、光電子放射を増加させるため、及び／あるいはイオンビームの方へ発生した光電子の引き付けを容易にするためバイアスされており、そして、接地シールドが、ビーム上のバイアスの効果を制限するために使用

できる。代わりに又は組み合わせて、光電子放射の過程を強めるために、磁場が与えられる。

【００１４】

本発明の一特徴においては、そのため、イオン注入システム及び閉じ込め装置が備えられ、光電子源の少なくとも一部に光子を供給する光子源ばかりでなく、イオンビーム通路の少なくとも一部分に沿って設けられる光電子源を含む。

これは、イオンビーム空間電荷の中和を高める可能性がある光電子源から光電子放射を引き起こす。一例を挙げれば、１以上のビームガイド壁の全てあるいは部分が、上記光電子源として使用され、上記光子源は、光電子源の材料の仕事関数を越えるエネルギーを有する光子を供給するために、ビームガイド内外に設置されるＵＶランプ、レーザ、あるいは他のソースのような、１以上のランプを含む。

【００１５】

ビーム閉じ込め装置は、通路の少なくとも一部に、複数のカスプ磁界を備えるように適合する磁気装置をさらに含むことができ、また、光電子源は、フォトエミッション（光電子放出）を改善し、放射電子をビームに向けるようにするため、バイアスされる。また、光電子源および光子源は、ビーム通路の一部分に、質量分析器を通過する光電子を、協調的に供給するように配置されることが可能である。

【００１６】

本発明の他の特徴は、イオン注入システムにおいて、イオンビームの閉じ込めを提供する方法に関し、該方法は、イオンビーム軌道に沿って光電子源を備え、光電子源から光電子放射を起こすために、少なくとも光電子源の一部に光子を供給することを含む。一例を挙げれば、ビームガイドの壁あるいは表面は、光電子源として機能し、少なくともビームガイドの一部分で、空間電荷の中和および生じたビームを閉じ込めるため、光電子の放出を生じるように、光子が供給される。光子は、ビーム径路に沿って設置される１以上のランプあるいはレーザを使用し、光電子源へ光（例　紫外線又は他の波長の光）を供給する。本方法は、光電子の放射を増加させるために、ビームガイドに又はその近くに、複数のカスプ磁界を備えること、及び／又は、光電子放射を増加させるために光電子源をバイアシングすることを含む。

【００１７】

以下の記述および添付の図面により、本発明の詳細な例示的特徴と実施形態を説明する。これらは、本発明の原理が使用される種々の方法の内の、ほんの数例を示しているにすぎない。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

本発明は、図面を参照して説明され、同じ参照番号は、説明を通じて、同じ要素を引用するために使用される。本発明は、イオン注入システムのビームの閉じ込めあるいは封じ込めをするために提供されるものであり、例えば、外部プラズマ源からビームラインアッセンブリへのプラズマの導入を必要とせず、イオン注入機内の光電子放出により生成される光電子を使用して、ビームプラズマを増加させることによって、低エネルギー、低圧で操作される高電流イオン注入機を提供する。そのため、低エネルギーイオン注入システムおよびビームラインアッセンブリのいくつかの例が、本発明の多くの特徴を説明するために、以下に提示されている。しかし、以下の説明および記載は別にして、本発明が、イオン注入システムに有利に用いられることは理解されるであろう。

【００１９】

例えば、多くの例示的な実施形態が、イオン源とエンドステーション又はエンドステーションから上流のレゾルバーハウジングとの間に設けられるビーム閉じ込め装置との関連で、以下に説明され、記載されている。本発明の他の実施形態は、添付の特許請求の範囲の範囲内で可能であり、例えば、光子および光電子源は、イオン源とエンドステーション間のビーム軌道に沿って、どこでも据えられ、そして、光子源は、ビームガイド内またはビームガイド外にあってよく、１以上の透明な窓を通してビームガイド内の光電子源へ光

子を提供する。さらに、本発明の多くの特徴が、線形加速装置のような高エネルギーイオン注入機と関連して実行される。さらにまた、バッチ型エンドステーションと関連して説明されているけれども、本発明は、代わりに、シングルウエハが注入されるシリアルエンドステーションに限られず、他のタイプのエンドステーションで実行されてもよい。そして、全てのそのような異なるイオン注入機が、添付の特許請求の範囲内に入るものとして考えられている。

【００２０】

発明者は、残存ガス又はバックグランドガスと作用するビームによって生成されるビームプラズマのような、プラズマを介して伝播するイオンビームは、電荷がイオン化によって生じる一定の安定した平衡状態に達し、また、電荷交換は、従来のイオン注入機のビームガイド側壁で失われるものと理解している。残存するプラズマ密度は、イオンの衝突による電荷形成間のバランスから生じ、そして、運動エネルギーの結果として、残存空間電荷と電子離脱（electron escape）による正電荷の反発力によりビームボリュームを失う。外部から発生するプラズマの導入によるプラズマの増強あるいはビームプラズマの増強がないとき、非常に低いイオンビームエネルギーで、バックグランドガスとのイオン衝突の可能性は、比較的低い。

【００２１】

このように発生した電子は、ビーム＝ｓ内の大きなポテンシャルウエルに捕らえられ、ビームの周囲あるいは中を周回し、クーロン衝突により互いに作用し、電子エネルギー分布の熱化（thermalization）を生じる。残存ガス分子のイオン化ポテンシャルより大きなエネルギーを有するこれら電子の分布は、分子のようなイオン化の可能性を有している。イオン化の可能性は、電子のエネルギーが減少すると、減少する。低エネルギービームプラズマにおいて、イオン化の大部分は、捕らえられた電子によって生じる。これらの電子は、ビームＡブロー－アップ@を生じる同じメカニズムである、自己発生電場による加速からそれらのエネルギーを引き出す。このように、低エネルギーイオンビームの輸送は、外部発生プラズマあるいはビームプラズマの増強がないと困難である。なぜなら、質量分析器は、本質的に磁場を含むので、外部発生プラズマは、磁力線の方向に沿って急速に拡散する代わりに、質量分析器のビームガイドのアーチ長さに沿って拡散しない。

【００２２】

図１を参照すると、ビームブローアップを阻止するため、あるいは避けるために、イオン注入システムにおいて、光電子放射を介して空間電荷中和のために付加的に電子を供給する。図１において、簡略化して示した低エネルギーイオン注入システム１０は、本発明にしたがって、概略、図示されており、ターミナル１２、ビームラインアッセンブリ１４およびエンドステーション１６を含む。ターミナル１２は、高電圧電源装置２２によって電力が供給されるイオン源２０を含み、イオンビーム２４（図１Ａに点線で示される）を形成し、ビームラインアッセンブリ１４へ方向付ける。ビームラインアッセンブリ１４は、ビームガイド３２と、エンドステーション１６内でウエハ３０内へ適切な電荷対質量比のイオンのみを通過するようにダイポール磁場が定められる質量分析器２６とを含む。

【００２３】

エンドステーション１６は、シングルウエハワークピース３０あるいは、ビームラインアッセンブリ１４から整えられたビーム２４を使用する、複数のウエハ３０を並列イオン注入するため支持するのに適したバッチエンドステーションのような、どのタイプのエンドステーションでもよい。空間電荷中和を容易にし、それ故、ブローアップを阻止するために、イオン注入システム１０は、さらに、光電子３６の放射のため、光電子源へ光子を供給する光子源３４を含むイオンビーム閉じ込め装置を含む。図のシステム１０において、光電子源はビームガイド３２の内壁であり、そして、光子源は、ＵＶランプ、他のランプ、あるいはレーザであり、ビーム軌道に沿って空間電荷中和のための電子を追い出すために、ビームガイド壁へ十分なエネルギーの光子を供給する。任意の光子源も本発明の範囲内で使用できるが、例えば、レーザは、比較的狭い波長の範囲の単色光子を供給するために使用することができる。

【００２４】
図２は、本発明に従うビーム閉じ込め装置を有する、他の例示的イオン注入システム１００を、略図で説明するものである。イオン注入機１００は、イオン源１１２、ビームラインアッセンブリ１１５、およびエンドステーション１１６を含み、ビームガイド２００は、ビームラインアッセンブリ１１５の少なくとも一部を介して延びる、イオンビーム１２８の輸送通路２０２を備えている。例示的なビームラインアッセンブリ１１５は、通路２０２の少なくとも一部に沿って光子源として機能するように、ランプ電源２１６に接続された複数のＵＶランプ２２０を含む。比較的狭い範囲の光子波長を有するＵＶランプは、光子源のエネルギー効率を最大限に利用するように選択され、また、レーザは、狭い波長範囲（例　単色）を供給するために使用される。

【００２５】
光電子源は、通路２０２に沿って設けられ、通路２０２は、１以上のビームガイド２００の壁またはその一部、及び／またはビームガイド２００の端部とエンドステーション１１６との間のビーム軌道に沿って位置する光電子源構造体２２１からなる。代わりにあるいは組み合わせて、分離された光電子源構造体２２１が、ビームガイド２００内に設けられてよい。任意の光電子源が、本発明の範囲内の光電子源として使用されてよく、それは、以下、図８、９及び１１により詳細に図解され、説明されているように、ビームガイドの全てあるいは一部、および／あるいはビームガイドから離れた構造である。

【００２６】
ランプ２２０は、光電子源２００および２２１の少なくとも一部へ光子を供給する光子源として作用し、ビーム１２８の空間電荷を中和するために光電子放射を引き起こす。ランプ２２０は、本発明の範囲内で、任意の形状、配置、および位置づけでもよく、図３－７に関していくつかの例が図に示され、記載されている。光電子源２００および２２１の材料ばかりでなく、光子源２２０によって放射された光子のエネルギー、ランプ２２０から放射される光子の拡がるエネルギー、および放射された光子の波長範囲は、少なくとも光子の一部の光子エネルギーが、光電子源材料の仕事関数を越えるように選択される。それによって、図４Ｄに関して以下、記載されるように、ビームガイド壁２００および／あるいは上記源構造体２２１の表面から光電子放射を与える。

【００２７】
光電子放射を増加するため、および源２２０から放射される電子をさらに閉じ込めるため、通路の少なくとも一部に複数のカスプ磁界を提供するように、以下、図１０及び１１に関して、図示され、より詳細に記載されるごとく、磁気装置２４０が、ビームラインアッセンブリ１１５内に設置される。さらに、光電子源２２０および／あるいは２２１は、光電子放射を増大し、および／あるいは、イオンビーム１２８の方へ発生した光電子の引き付けを容易にするため、バイアス電源２１７を使用してバイアスされる。そして、接地シールド２１９が、以下、図９および１１に関して図示され、さらに説明されるように、ビーム１２８へのそのようなバイアスする電源の効果を制限するために使用される。

【００２８】
図３および４Ａ－４Ｄを参照すると、より詳細な説明が、例示的なイオン注入システム１００およびそのビーム閉じ込め装置についてなされている。図３に示すように、ビームラインアッセンブリ１１５は、エンドステーション１１６へ所定の電荷対質量比のイオンのみを選択的に提供するため、質量分析磁石１１４を含む。そして、ビームラインアッセンブリ１１５およびエンドステーション１１６は、ビームラインアッセンブリ１１５に関して、エンドステーション１１６の移動を可能にするために、伸張性ステンレススチール・ベローアッセンブリ１１８により結合される。イオン源１１２は、プラズマ室１２０および複数の電極を有するイオン・エキストラクタ・アッセンブリ１２２を含む。エネルギーは、プラズマ室１２０内にイオンを発生するために、イオン化ドーパントガスに与えられる。イオンは、イオン・エキストラクタ・アッセンブリ１２２によって、上記室１２０内のスリットを介してプラズマ室１２０から引き出され、プラズマ室１２０からの正イオンからなるイオンビーム１２８を作り出し、質量分析磁石１１４へ引き出されたイオンを

加速する。

【００２９】

質量分析磁石１１４は、ビームラインアッセンブリ１１５内で、レゾルバハウジング１２３およびビーム中和器１２４を介して、エンドステーション１１６へ適切な電荷対質量比のイオンのみを提供する。ビーム１２８は、内側壁２０４および外側壁２０６を有するビームガイド２００によって決められる通路２０２内の曲線状ビーム軌道２０８に沿って、質量分析磁石１１４内を伝播する。上記通路２０２は、真空ポンプ１３１によって排気される。通路２０８に沿って伝播するイオンビーム１２８は、質量分析磁石１１４によって発生したダイポール磁場の作用により、不適切な電荷対質量比のイオンをはねる。このダイポール磁場の強さと方向は、磁気コネクタ１３を介する磁石１１４のフイールド・ワインディングにより、電流を調整する制御エレクトロニクス１３２によって制御される。

【００３０】

ダイポール磁場は、イオン源１１２近くのビームガイド入口端２１０の第１あるいは入射軌道１３４から、レゾルバハウジング１２３近くの出口端２１２の第２あるいは出口軌道１３５へ、曲線状ビーム軌道に沿って移動するイオンビーム１２８を生じる。不適切な電荷対質量比を有するイオンからなるビーム１２８の部分１２８′および１２８′′は、経路２０８の曲線状軌道から離れて、側壁２０４および２０６へ偏向され、あるいは、それぞれ、ビームガイド２０６のレゾルビングスリット１２３と衝突する。このように、質量分析器１１４は、所定の電荷対質量比を有するビーム１２８内のイオンのみを、レゾルバハウジング１２３を介して通過させる。

【００３１】

ビーム１２８は、このように質量分析され、ビームガイド２００を介して、イオン源１１２から、ターミナル電極１３７、イオンビーム１２８を収束する静電レンズ１３８、およびファラディフラグ１４２のような線量測定指示器を含むレゾルバハウジング１２３へ輸送される。ビーム中和器１２４は、イオンビーム１２８を正に荷電させることで注入させる結果として、目標ウエハ上に蓄積する正電荷を中和するためのプラズマシャワー１４５を含む。ビーム中和器１２４およびレゾルバハウジング１２３は、真空ポンプ１４３によって排気される。

【００３２】

ビーム１２８は、エンドステーション１１６へ供給され、エンドステーション１１６は、その上にウエハWがビーム１２８による注入のために取り付けられている、円盤状ウエハ支持体１４４を含む。ウエハ支持体１４４は、注入ビーム１２８の方向に略垂直に向けられている目標平面内にあり、円盤状ウエハ支持体１４４は、エンドステーション１１６内のモータ１４６によって回転される。このように、イオンビーム１２８は、支持体に取り付けられ、円軌道を移動するウエハに衝突する。エンドステーション１１６は、イオンビームの軌道１６４およびウエハを横断する点１６２の周囲を旋回し、その結果、目標平面は、この点の周囲に調整可能である。

【００３３】

図４Ａおよび４Ｂにさらに説明されるように、ビームガイド２００は、イオンビーム軌道２０８に沿って、内外のアーチ状側壁２０４および２０６、上壁２２２および底壁２２５それぞれによって定められるアーチ形長手状通路２０２を備える。ビームガイド２００は、入口端２１０から出口端２１２へ、この特別の実施形態では約１３５度の弧の角度で、
軌道２０８に沿って長さ方向に延びる。本発明は、いかなる角度の質量分析器と連結しても使用でき、そして、角度は、質量分解能およびビーム収束特性を満足させるように選ばれる。壁２０４，２０６、２２２、および２２４は、アルミニュウムから作られるけれども、代わりに他の光電子放出材料が本発明にしたがって使用されてよい。

【００３４】

ビームガイド２００あるいはその部分が、光電子源として使用される実施形態で、ビームガイド２００は、例えば、ランタンヘキサボライド（LaB_6）のような仕事関数低下材料

で被覆されるか、処理される。この点において、アルミニュウムは、約4.08eVの仕事関数であり、ランタンヘキサボライドは、約2.66eVの、より低い仕事関数を有する。ビームラインアッセンブリ１１５内の他の場所の他の光電子源構造体２２１および／又はビームガイド２００内に設置される専用支持構造２２１（以下、図８，９、および１１の構造２２１）は、同様に、低い仕事関数の光電子源を備えるように、そのような材料から作られるか、あるいは被覆される。以下の表は、本発明に従って単独で、あるいは組み合わせで光電子源構造を作るか、又は被覆して使用される材料の例を示している。

【００３５】

【表１】

元　素	仕事関数(eV)
アルミニュウム	4.08
ベリリュウム	5.0
カドミウム	4.07
カルシュウム	2.9
カーボン	4.81
セシウム	2.1
コバルト	5.0
銅	4.7
金	5.1
鉄	4.5
鉛	4.14
マグネシウム	3.68
水銀	4.5
ニッケル	5.01
ニオビウム	4.3
カリウム	2.3
白金	6.35
セレニウム	5.11
シリコーン	4.8
銀	4.73
ナトリウム	2.28
タングステン	4.5
ウラニウム	3.6
亜鉛	4.3

【００３６】

ビームガイド２００あるいは他の光電子源２２１を作るおよび／または被覆するための

材料は、低い仕事関数を提供するように選択され、それによって、光子源２２０、波長およびその出力仕様の選択に際して柔軟性を可能にする。材料選択は、コスト、製造の容易さ、耐久力、およびエンドステーション内でイオン注入されるウエハＷの汚染可能性を含むがこれに限定されず、イオン注入に関する諸条件が考慮される。

【００３７】

図３および４Ａ－４Ｄは、本発明の可能な一実施形態を説明しており、複数のランプ２２０は、ビームガイド２００のアーチ長さに沿って、上部および下部ビームガイド壁２２２および２２４それぞれに隣接して設置されている。ランプ電源２１６は、結合端子２１４を経由してランプ２２０に電力を供給しており、ランプ２２０への端子２１４からの配線（図示せず）は、ビームラインアッセンブリ２１５に沿って、ランプ２２０へ電源を供給する適切な方法で備えることが可能である。この例で、ランプ２２０は、ビーム軌道２０８の両側へ横方向に延び、光電子発生のためにビームガイド内壁表面（例　ビームガイド壁２０４、２０６、２２２および／あるいは２２４）へ光子を供給する紫外線（ＵＶ）を発生する。

【００３８】

波長、出力定格、大きさ、方向、および／あるいはランプの配置は、空間電荷中和のために光電子源２００，２２１から光電子放射を生じるように、少なくとも十分なエネルギーのいくらかの光子を供給するように選択される。さらに、光子源２２０は、レーザ２２０からの単色光、又はＵＶランプ２２０からの比較的小さい波長範囲のＵＶ光のような、制御された波長の範囲の光子を供給するように配置されてもよい。イオンビームを中和するために必要とされる光電子の発生割合は、ビーム電流、システムの配列、およびビームガイド内の電子を閉じ込めるために選択される方法に依存する。

【００３９】

図４Ｄに示すように、例示的なＵＶランプ２２０は、ビームガイド２００の壁から光電子２３０の放射を引き起こすように、少なくとも十分なエネルギーのいくらかの光子λを発生するのに適している。一実施形態において、ランプ２２０は、ビームガイド壁２２２および２２４から距離２２０Ａだけ離れており、約3.125eV から約125eVの範囲のエネルギーを有する光子に相当する約1E－8mから約4E－7mの範囲の波長で、ＵＶ光を供給する。ビームガイド２００および／あるいは光電子源構造体２２１は、アルミニュウム（例　仕事関数が約4.08eV）あるいは、ランタンヘキサボライド（例　仕事関数が約2.66eV）が被覆されたアルミニュウムから作られ、光電子源２００，２２１に衝突する光子λの全てあるいはいくらか（例　ビームガイド壁２２４の底部の表面２２４a）は、ビーム１２８の空間電荷を中和するために光電子２３０を発生する。

【００４０】

今、図５Ａ，５Ｂ、６および７を参照すると、ランプ２２０のかなり多数が、本発明（１以上）にしたがって備えられ、ランプ２２０は、適切な大きさおよび形状にすることができる。他の可能な実施形態は、図５Ａおよび図５Ｂに説明されており、アーチ状ランプ２２０は、一般的に、ビームガイド２００内のビーム軌道２０８と平行に延びている。図６に示すように、１以上の概して直状ＵＶランプ２２０は、ビーム軌道２０８に沿って、概して長さ方向に延びるように配置することができる。他の可能な例は、図７に示されており、円形のランプ２２０が、本発明に従う光子の発生のために、ビームガイド２００の内部に沿って、多くの箇所に設置される。

【００４１】

代わりにランプあるいはレーザ２２０は、図１２に示すように、透明な窓２２５を通してビームガイド２００の内部に沿って、光電子源２００，２２１を照射するために、ビームガイド２００の外側に配置される。ＵＶランプ２２０を使用する一例において、窓２２５は、石英、カルシウムフルオライト（CaF_2）あるいはマグネシウムフルオライト（MgF_2）を含むがこれに限定されない、ＵＶ光に透明である材料から作られる。説明された例は、本発明の範囲内の可能な実施形態を網羅するものではなく、波長、波長範囲、出力定格、大きさ、配置、および／あるいはランプ２２０の配置は、光電子源２００，２２１から

光電子放射を引き起こすために、十分なエネルギーの光子を供給するように選択される。この点で、本発明はＵＶランプに制限されず、ＵＶランプおよびレーザを含むがこれに限定されない、どの光子源２０を使用しても実施できる。

【００４２】

図８を参照すると、光電子源構造体２２１は、ビームアッセンブリ１１５内に備えられ、任意の適切な光電子放出材料から、または光電子放出材料を被覆したものから作ることが可能である。光電子源構造体２２１は、ビームガイド内のような、イオン注入イオン源１１２とエンドステーション１１６間のどこにでも配置され（図３）、そして、光電子源構造体は、ビームガイドの壁から離れている。図８の例で、光電子源構造体２２１は、上部および底部のビームガイド壁２２２および２２４それぞれから、内側に離れている。光電子源構造体２２１が、任意の壁あるいはビームガイド２００の壁（例　側壁２０４および／あるいは２０６）に沿って、あるいはビームラインアッセンブリ１１５（例　図３のレゾルバハウジング１２３内）内の任意の位置に据えられる、他の配置が可能であり、全てのそのような配置は、本発明および添付の請求の範囲の、範囲内のものであることを意図している。

【００４３】

図９および１１を参照すると、本発明の他の特徴は、ビームラインアッセンブリ１１５内で上記光電子源２２１から離れて導電シース２１９を備えており、上記光電子源２２１は、バイアス電源２１７を使用する導電シース２１９に関し、負にバイアスされる。本発明のこの特徴は、図１０および１１に示され、以下、さらに記述されるように、増加させる光電子放射のための磁場の設備と分離し、あるいは組み合わせて使用され、および／あるいは軌道２０８に沿うビームに供給される中和する光電子の量を改善するために使用される。

【００４４】

正イオンビーム１２８は、ウエハＷ（例　図２および３）をイオン注入するために使用され、イオンビーム電位は、概して、接地されたビームガイド側壁に関して正である。側壁とイオンビーム自体との間の電位は、ビームガイド表面から発生した光電子を離すのに不十分である。図９および１１のバイアシングは、軌道２０８に沿う光電子源２２１とビーム１２８間の電位の調整を可能にし、バイアス電源２１７は、一例において、ゼロから約２００ボルトの範囲で、負のＤＣバイアスを供給するように制御エレクトロニクス１３２（図３）によって制御することができる。

【００４５】

ビーム１２８の方へ光電子を向けることに加えて、上記バイアシングは、また、光電子源構造体２２１からの光電子放射を増加させる。図９および１１の例において、光電子源構造体２２１は、ビームガイド２００の壁から内側に離れており、細長い穴が開いた接地シールド又はシース２１９は、上記源２２１から内側に離れており、そのため、バイアス源構造体２２１からの電場は、ビーム１２８自体と干渉しない。一方、電場は、光電子放出材料の仕事関数を大きく低めるようにしないが、接地に対して上記光電子源構造体２２１をバイアスすることから生じる電場は、イオンビーム１２８へ光電子をより容易に向けるように作用する。

【００４６】

上記ビームは、ますます中和されるので、正のビーム電位は、ますます低くなり、そして、光電子源構造体のバイアシングは、ビーム中へ放射される電子を押し出すように、光電子放出表面で付加的な電位を有利に供給する。この点について、数ボルトほどのバイアスは、ビームガイド壁への改善された性能を提供し、任意のバイアス電位が本発明の範囲内で可能であるけれども、それらは負の電位になり、押し返される。さらに、この配置で作られるバイアス電位は、ビームガイド２００の体積内で電子を閉じ込める働きをする（例　電子がビーム１２８の方へ近づく動きをする時）。

【００４７】

このように、上記バイアシング並びに上記源材料および／あるいは被覆の選択は、空間

電荷中和のために十分な光電子放射を提供するために使用され、また、より低い出力での光子源２２０の使用を可能にする。そして、上記バイアシングおよび上記源材料は、ＵＶランプまたは他のような、商業的に利用可能な光子源２２０の使用を容易にするよう選択される。図９および１１に示されるように、接地されたシース２１９は、ビーム１２８の方へ電場を向け、その結果、発生した光電子は、正のイオンビームの方へより容易に移動しようとする。シース２１９は、また、光電子源２２１の電場からビーム１２８を遮蔽するように作用する。さらに、シース２１９は、ビーム１２８からの直接の衝突から光電子放出表面を保護するように、部分的遮蔽として働く。シース２１９は、ビーム１２８へ進むべく放射された光電子のための径路を提供するために、スロット２１９aのような１以上の開口を含む。

【００４８】

図１０および１１を参照すると、本発明の他の特徴は、ビームラインアッセンブリ１１５内に磁気装置２４０を備えており、通路２０２の少なくとも一部分で複数のカスプ磁界２３２を発生する。磁気装置２４０は、好ましくは、生じる磁場２３２がビームガイド壁からイオンビームへ、光電子の供給を妨げないように配置される。上記磁場２３２は、任意の適切な磁気装置２４０を使用して与えることが可能であり、上記磁場２３２は、ビームラインアッセンブリ１１５内の電子の閉じ込めを増大するように作用する。図１０と１１の例において、複数の永久磁石２４０は、少なくとも通路２０２の部分に沿って配置され、磁石２４０は、上部および下部ビームガイド壁２２２および２２４それぞれの外側表面にある。他の実施形態では、磁石２４０が通路２０２の一部分で複数のカスプ磁界を与えるように、ビームラインアッセンブリ１１５に沿うどこかに配置できる。

【００４９】

可能な一実施形態では、磁気装置２４０は、代わりに、ビームガイド２００の側壁２０４と２０６に沿って備えられて、フォトンが、ビームの空間電荷中和のための光電子放射のため、上部および下部ビームガイド壁２２２および２２４へ向けられる。図１０および１１に見られるように、磁気装置２４０は、単独で、あるいは上述のようにバイアシング技術と組み合わせて、光電子放射増大のために使用される。そのような全ての実施形態が、本発明および添付の請求の範囲の、範囲内であることが意図されている。

【００５０】

本発明は１以上の実施形態について描かれ、記述されているけれども、代替および変更が、添付の請求の範囲の精神および範囲を逸脱すること無しに、説明例が作られることは可能である。特に、上述した要素あるいは構造（ブロック、ユニット、エンジン、アッセンブリ、装置、回路、システム等）によって達成される種々の機能について、そのような要素を記述するために使用される用語（“手段”への言及を含む）は、他に示されなければ、
たとえ本発明のここに説明された例示的実施形態に構造的に等しくなくても、上述の要素（例　機能的に等しい）の特定の機能を達成する要素あるいは構造に相応することを意味する。

【００５１】

さらに本発明の特定の特徴が、いくつかの実施形態のうちの一つについて開示されているけれども、そのような特徴は、与えられたあるいは特定の適用のために、所定の、そして有利である他の実施形態の内の、一つ以上の他の特徴と組み合わせることが可能である。さらにまた、詳細な説明および請求の範囲のどちらかで使用されている「含むこと」、「含む」、「有すること」、「有する」、「備え」あるいはそれらの変形の範囲内において、そのような用語は、ある意味で「包含する」という用語の類似に含まれるものであることを意味する。

【図面の簡単な説明】

【００５２】

【図１】図１は、本発明の特徴に従うビーム閉じ込め装置を有する例示的な低エネルギーイオン注入システムを説明する、単純化された概略図である。

【図２】図２は、本発明に従う他の例示的なイオン注入システムを説明する、単純化された概略図である。
【図３】図３は、図２のイオン注入システムをさらに説明する詳細な断面の平面図である。
【図４Ａ】図４Ａは、図３の注入システムのビームガイドを、さらに説明する平面図である。
【図４Ｂ】図４Ｂは、図３及び図４Ａの線４Ｂ－４Ｂに沿う図４のビームガイドを説明する断面の正面図である。
【図４Ｃ】図４Ｃは、図３及び図４Ａの線４Ｃ－４Ｃに沿う図４のビームガイドを説明する側部断面の正面図である。
【図４Ｄ】図４Ｄは、本発明に従うフォトエミッションを説明する図３及び４Ａのビームガイドを説明する他の側部断面の正面図である。
【図５Ａ】図５Ａは、本発明に従う図３のイオン注入システムのビームガイドにおける、他の例示的なビーム閉じ込め装置を説明している。
【図５Ｂ】図５Ｂは、本発明に従う図４Ａのイオン注入システムのビームガイドにおける、他の例示的なビーム閉じ込め装置を説明している。
【図６】図６は、本発明に従う他の例示的なビーム閉じ込め装置を、図解する平面図である。
【図７】図７は、本発明に従う他の例示的なビーム閉じ込め装置を、図解する平面図である。
【図８】図８は、本発明の他の特徴に従うビームガイド側壁から離れて光電子源を備える、他の例示的なビーム閉じ込め装置を図解する側部断面の正面図である。
【図９】図９は、本発明のさらに他の特徴に従う、バイアス光電子源および接地されたシースを備える、他の例示的なビーム閉じ込め装置を図解する側部断面の正面図である。
【図１０】図１０は、本発明に従うマルチ－カスプ磁界を備える、他の例示的なビーム閉じ込め装置を図解する側部断面の正面図である。
【図１１】図１１は、本発明に従うマルチ－カスプ磁界およびバイアス光電子源を備える、他の例示的なビーム閉じ込め装置を図解する側部断面の正面図である。
【図１２】図１２は、本発明の他の特徴に従うビームガイド内の光電子源へ光子を供給するビームガイドの外側に設けられた光子源を備える、他の例示的なビーム閉じ込め装置を図解する側部断面の正面図である。

【図１】

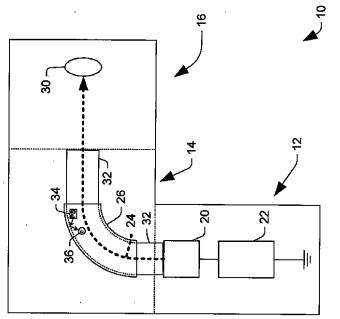
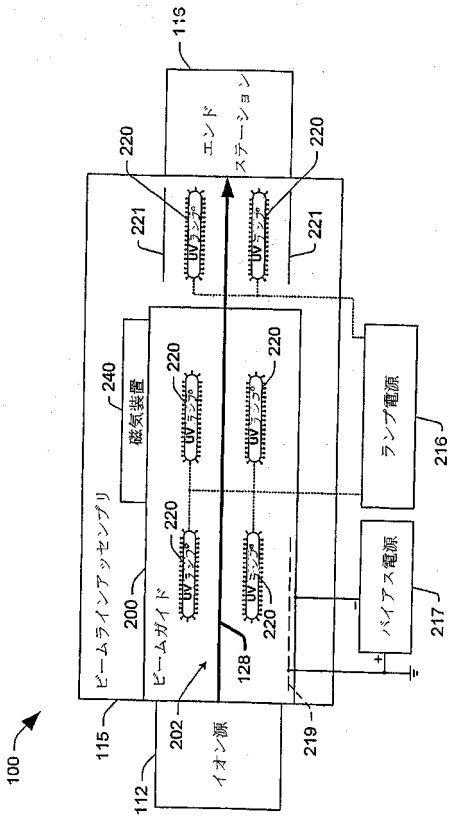
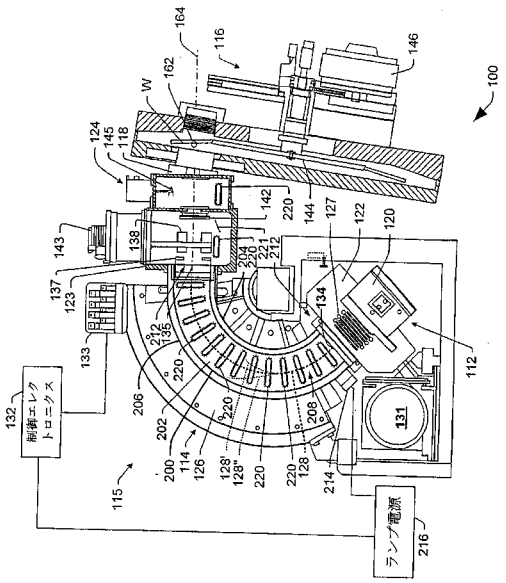


Fig. 1

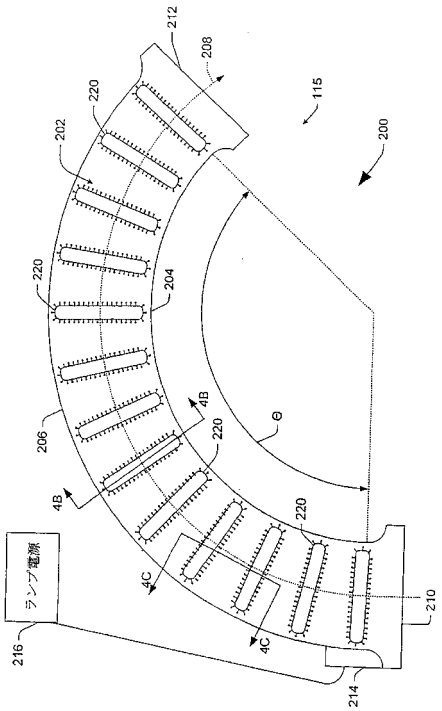
【図２】



【図３】



【図４Ａ】



【図４Ｂ】

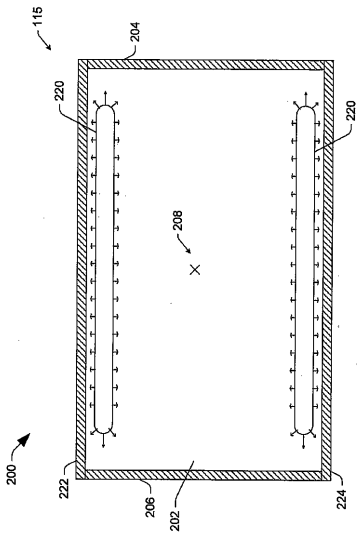


FIG. 4B

【図４Ｃ】

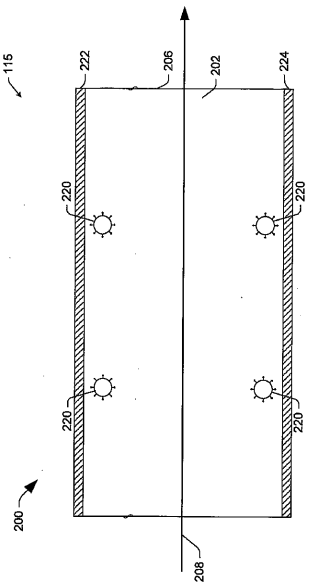


FIG. 4C

【図４Ｄ】

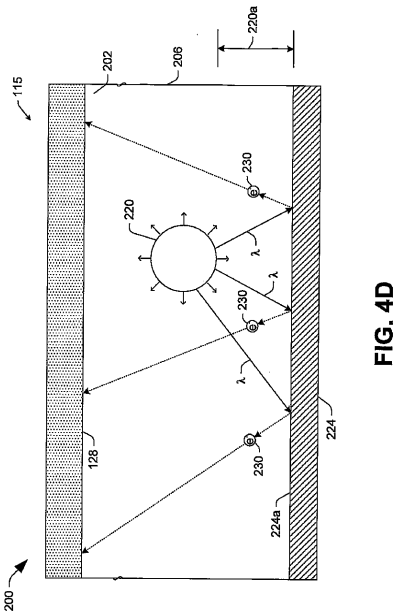
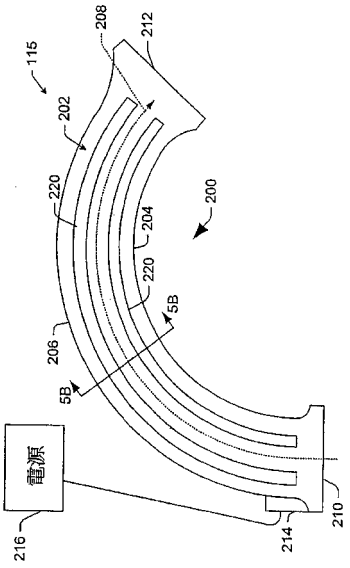
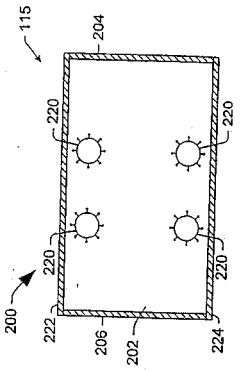


FIG. 4D

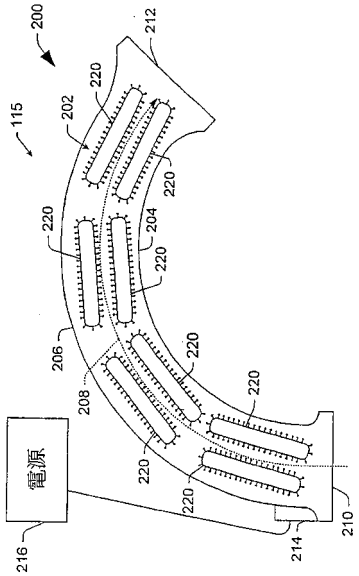
【図５Ａ】



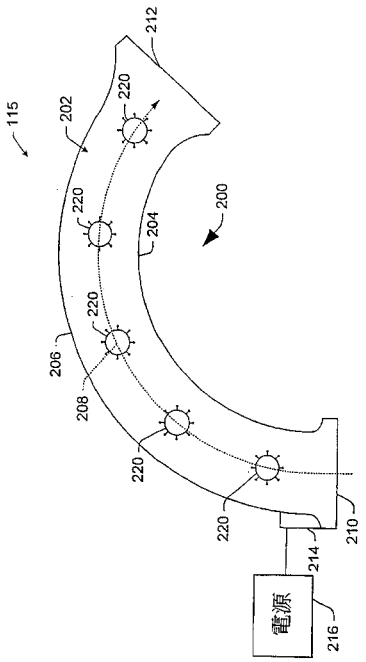
【図５Ｂ】



【図６】



【図７】



【図８】

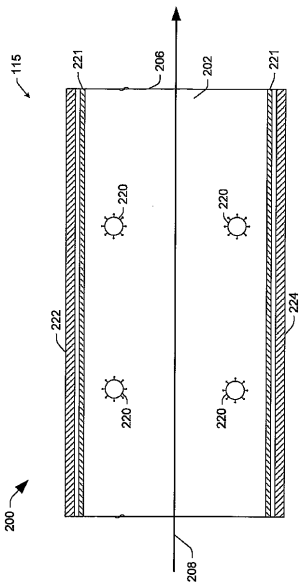
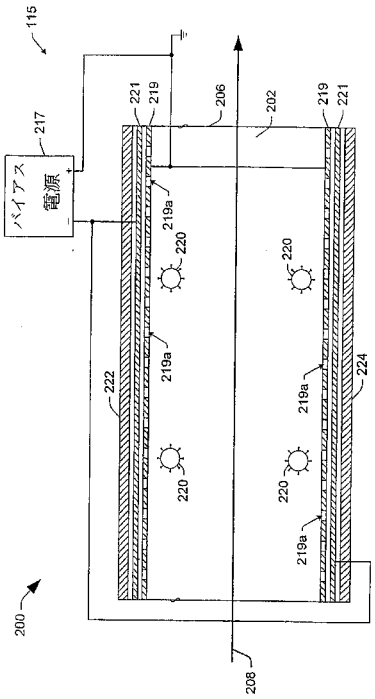


FIG. 8

【図９】



【図１０】

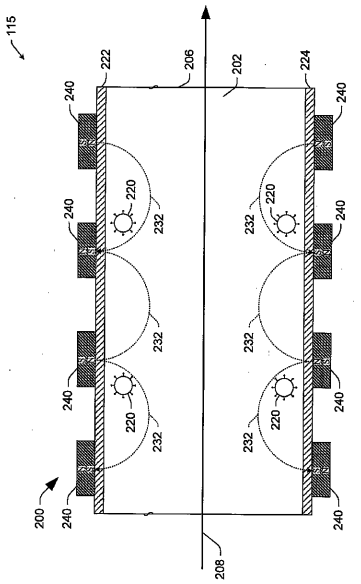
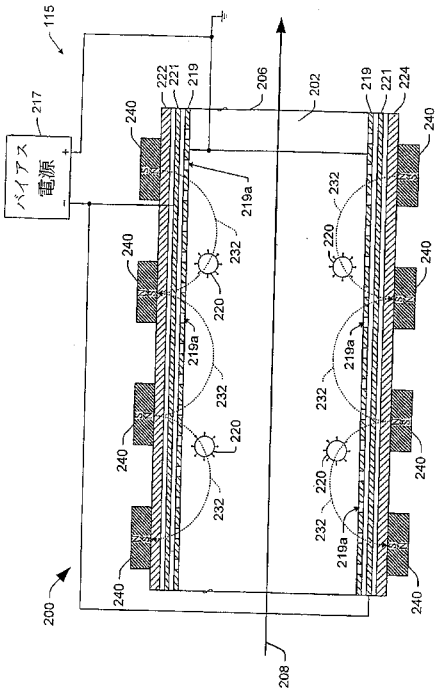


FIG. 10

【図１１】



【図１２】

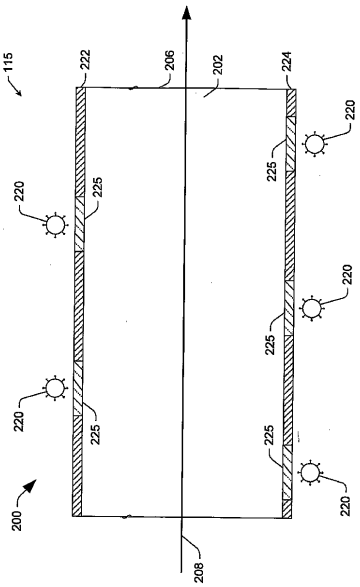


FIG. 12

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/025310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01J37/317 H01J37/02 G21K1/14

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)
IPC 7 H01J G21K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 345 (E-1571), 29 June 1994 (1994-06-29) -& JP 06 089690 A (NEC YAMAGATA LTD), 29 March 1994 (1994-03-29)	1-5, 16-18, 25-27, 33-35, 38, 43-46,48
Y	the whole document paragraph '0008! - paragraph '0012!; figures 1-3 ----- -/--	6-15, 19-24, 28-30, 36,37, 39,40, 47,49

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in 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 document 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
27 June 2005	05/07/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Lang, T

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/025310

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 077 (E-1504), 8 February 1994 (1994-02-08) -& JP 05 290789 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 5 November 1993 (1993-11-05) the whole document paragraph '0015! - paragraph '0036!; claim 1; figures 1-5	1-5, 16-18, 25, 31-35, 41-46
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 379 (E-667), 11 October 1988 (1988-10-11) -& JP 63 126147 A (FUJITSU LTD), 30 May 1988 (1988-05-30) abstract; figures 1-3	1-5, 16-18, 25-27, 33-35, 38, 43-46,48
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 255 (E-0935), 31 May 1990 (1990-05-31) -& JP 02 075139 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 14 March 1990 (1990-03-14) abstract; figure 1	1-5, 16-18, 25, 33-35, 43-46
Y	US 6 414 329 B1 (BENVENISTE VICTOR M ET AL) 2 July 2002 (2002-07-02) abstract column 7, line 11 - column 10, line 27; figures 2-6	6,7,9, 11-15, 19-24, 28-30, 36,37, 39,40, 47,49
Y	US 4 907 051 A (EHARA ET AL) 6 March 1990 (1990-03-06) abstract; figure 1 column 4, line 37 - line 40	7,8,10, 20
A	US 6 515 408 B1 (ENGLAND JONATHAN GERALD ET AL) 4 February 2003 (2003-02-04) abstract; figures	15,24,37

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2004/025310

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 06089690	A	29-03-1994	NONE		
JP 05290789	A	05-11-1993	NONE		
JP 63126147	A	30-05-1988	NONE		
JP 02075139	A	14-03-1990	NONE		
US 6414329	B1	02-07-2002	EP	1176624 A2	30-01-2002
			JP	2002134049 A	10-05-2002
			SG	98451 A1	19-09-2003
			TW	511114 B	21-11-2002
			US	2003201402 A1	30-10-2003
			US	2002014587 A1	07-02-2002
US 4907051	A	06-03-1990	JP	63291337 A	29-11-1988
US 6515408	B1	04-02-2003	GB	2337632 A	24-11-1999
			EP	1078387 A1	28-02-2001
			WO	9959182 A1	18-11-1999
			JP	2002515634 T	28-05-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100135035
弁理士 田上 明夫
(74)代理人 100131266
弁理士 ▲高▼ 昌宏
(74)代理人 100093193
弁理士 中村 壽夫
(74)代理人 100104385
弁理士 加藤 勉
(74)代理人 100093414
弁理士 村越 祐輔
(72)発明者 ケヴィン ウエンツェル
アメリカ合衆国 ０２４７８ マサチューセッツ ベルモント グレン ロード １１
(72)発明者 ボー ヴァンダーバーグ
アメリカ合衆国 ０１９３０ マサチューセッツ ゴウセスタ ウッドブリィ ストリート ３０

Ｆターム(参考) 5C034 CC17