

(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2012-503295  
(P2012-503295A)

(43) 公表日 平成24年2月2日(2012.2.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 37/317 (2006.01)	HO 1 J 37/317 A	5C034
HO 1 J 37/147 (2006.01)	HO 1 J 37/147 D	
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 J 37/317 C	
	HO 1 L 21/265 603B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-527819 (P2011-527819)  
 (86) (22) 出願日 平成21年9月17日 (2009.9.17)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年4月14日 (2011.4.14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/005182  
 (87) 国際公開番号 W02010/033199  
 (87) 国際公開日 平成22年3月25日 (2010.3.25)  
 (31) 優先権主張番号 12/212,507  
 (32) 優先日 平成20年9月17日 (2008.9.17)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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  
 特許業務法人原謙三国際特許事務所  
 (72) 発明者 グラフ, マイク  
 アメリカ合衆国, 02478 マサチューセッツ州, ベルモント, ベルビュー ロード 24

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入に用いる調整可能な偏向光学

(57) 【要約】

イオン注入システムにおける利用に適している偏向部(236)は、そこを通過しているイオンビーム(124)を曲げたり、偏向したり、収束したり、拡散したり、加速したり、減速したり、そして/または除染したりするように、選択的にバイアスされ得る複数の電極(236aおよび236b)を備えている。上記電極は選択的にバイアスされ、こうしてそれらの一または複数がバイアスをかけられていない、または、オフの状態であるので、ビームパスの実効長は、所望の通りに(例えば、エネルギー、ドーズ量、または種等のビーム特性に基づいて)選択的に調整される。

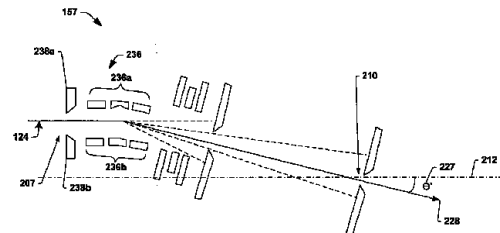


FIG. 2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

イオンビームを生成するように構成されているイオンビーム源と、  
 生成された上記イオンビームを質量分析するための質量分析部と、  
 上記質量分析部の下流側に設置されている偏向部であって、質量分析された上記イオンビームを偏向するための偏向領域を有している偏向部と、  
 上記偏向部の下流側に設置されているエンドステーションであって、上記イオンビームによりイオンを注入されるワークピースを支持するように構成されているエンドステーションと、  
 を備えており、  
 上記偏向部は、上記偏向領域の長さを変更するように構成されている、  
 ことを特徴とするイオン注入システム。

10

## 【請求項 2】

上記偏向部は、  
 第一電極と、  
 上記第一電極との間に間隙を有する第二電極と、  
 上記第一電極および上記第二電極の少なくとも一つに電圧を印加するためのバイアス要素と、  
 を備えており、  
 上記間隙を飛行する上記イオンビームのイオンを偏向するように上記第一電極と上記第二電極との間に電場が生成され、  
 上記第一電極および上記第二電極の少なくとも一つが、上記イオンビームの飛行パスに沿って複数の電極セグメントを形成するように細分化され、  
 上記電極セグメントの各々が、上記偏向部の長さを選択的に制御するように個別にバイアスされる、  
 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。

20

## 【請求項 3】

複数の上記電極セグメントのうちまたは複数の該電極セグメントが、電極間隙を挟んで対向する上部電極および下部電極を備えており、  
 上部電極は、少なくとも 3 つのセグメントに細分化されており、下部電極は、少なくとも 3 つのセグメントに細分化されている、  
 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。

30

## 【請求項 4】

上部電極および下部電極の最初のセグメントおよび最後のセグメントが、該上部電極の該最初のセグメントと該下部電極の該最初のセグメントとの間にある該間隙、および、該上部電極の該最後のセグメントと該下部電極の該最後のセグメントとの間にある該間隙において、周辺よりも負の電位分布を生じさせるようにバイアスされる、  
 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 5】

上記上部電極の最初の電極セグメントと最後の電極セグメントとの間にある少なくとも一つの電極セグメントが正にバイアスされ、上記下部電極の最初の電極セグメントと最後の電極セグメントとの間にある少なくとも一つの電極セグメントが、該上部電極のそれぞれのセグメントよりも負にバイアスされる、  
 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。

40

## 【請求項 6】

上記下部電極の中間セグメントが負にバイアスされ、残りのセグメントおよび上記上部電極の電位が、上記偏向部における上記偏向領域の長さを最小限にするように、周辺に関してグラウンドである、  
 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】

50

一または複数のイオンビームの特性を測定するように構成されている測定部と、  
上記測定部、上記イオンビーム源、上記質量分析部、および上記偏向部と機能的に接続されており、上記測定部により取得された測定値に応じて、上記イオンビーム源、上記質量分析部、および上記偏向部の少なくとも一つの動作を調整するように構成されている制御部と、

を更に備えており、

上記イオンビームの特性は、該イオンビームの電圧、電流、質量、電荷、エネルギー、および種の少なくとも一つを含んでいる、  
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 8】

汚染物質をフィルタアウトするように上記イオンビームを略 S 字型に湾曲させると共に、上記イオンビームを、それぞれが略等しい実効長を有する複数の平行ビームレットに平行化する平行化部

を更に備えている、

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 9】

上記イオンビームは、上記偏向部により偏向されると共に、上記偏向部により減速、集束、または減速および集束される、

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 10】

一または複数のイオンビームの特性を測定するように構成されている測定部と、

上記測定部、および、上記測定部により取得された測定値に応じて上記イオンビームを加速または減速させるフォーカシングレンズに機能的に接続されている制御部と、

を更に備えている、

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 11】

イオン注入システムにおけるビームラインにおいて用いられる電氣的偏向装置であって、

イオンビームを偏向可能な偏向領域を有する電氣的偏向部、

を備えており、

上記電氣的偏向部は、上記偏向領域の長さを変更するように構成されている、

ことを特徴とする電氣的偏向装置。

【請求項 12】

上記電氣的偏向部は、

第一電極と、

上記第一電極との間に間隙を有する第二電極と、

上記第一電極および上記第二電極の少なくとも一つに電圧を印加するためのバイアス要素と、

を備えており、

上記間隙を飛行する上記イオンビームのイオンを偏向するように上記第一電極と上記第二電極との間に電場が生成され、

上記第一電極および上記第二電極の少なくとも一つが、上記イオンビームの飛行パスに沿って複数の電極セグメントを形成するように細分化され、

上記電極セグメントのそれぞれが、上記偏向部の長さを選択的に制御するように個別にバイアスされる、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の電氣的偏向装置。

【請求項 13】

一または複数のイオンビームの特性を測定するように構成されている測定部と、

上記測定部および上記電氣的偏向部に機能的に接続されており、上記偏向領域の長さを選択的に制御するように電極セグメントの各々に個別にバイアスがかかることにより、上

10

20

30

40

50

記測定部により取得された測定値に応じて、該電氣的偏向部の動作を調整するように構成されている制御部と、  
を備えており、

上記測定部により測定されたビームの特性は、上記イオンビームの電圧、電流、質量、電荷、エネルギー、および、種の少なくとも一つを含んでいる、  
ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の電氣的偏向装置。

【請求項 1 4】

上記イオンビームが、上記電氣的偏向部により偏向されると共に、該偏向部により減速、集束、または減速及び集束される、  
ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の電氣的偏向装置。

10

【請求項 1 5】

複数の上記電極セグメントのうちまたは複数の該電極セグメントが、電極間隙を挟んで対向する上部電極および下部電極を備えており、

上部電極は、少なくとも 3 つのセグメントに細分化されており、下部電極は、少なくとも 3 つのセグメントに細分化されている、  
ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の電氣的偏向装置。

【請求項 1 6】

イオン注入システムにおいて、ワークピースにイオンを注入する方法であって、

上記イオン注入システムにおいて、イオンビームを生成するステップと、

上記イオンビームの一または複数のビーム特性を測定するステップと、

ビーム特性に基づいて、上記イオン注入システムにおける偏向部の間隙の中間にある一または複数の電極に印加されるそれぞれのバイアス電圧を選択的に調整することにより、  
該イオン注入システムにおける該偏向部を飛行する上記イオンビームの実効長を変化させる  
ステップと、

20

を含んでいることを特徴とする方法。

【請求項 1 7】

バイアス電圧が、上記イオンビームを偏向するように、上記偏向部における 1 組、2 組、  
または 3 組の電極に印加されるべきか否かを判定するステップ、

を更に含んでいることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

上記偏向部の上記実効長を選択的に制御するステップ、

を更に含んでいることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

30

【請求項 1 9】

上記イオンビームの収束、加速、または減速の少なくとも一つを制御するように、上記  
偏向部の第一電極および第二電極に印加されるそれぞれのバイアス電圧を選択的に調整する  
ステップ、

を更に含んでいることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 2 0】

上記イオンビームの、エネルギー、電流、および種の少なくとも一つに基づいて偏向を  
制御するように、上記偏向部の第一電極および第二電極に印加されるそれぞれのバイアス  
電圧を選択的に調整するステップ、

40

を更に含んでいることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にイオン注入システムに関する。より具体的には、イオン注入システム  
における偏向光学に関する。

【背景技術】

【0002】

イオン注入器は、ワークピース中におけるドーパントの配置だけでなく、ワークピース

50

へ注入されたドーパントの量および密度に関して精度が高いという利点がある。特に、イオン注入器は、与えられた適用に対して、注入イオンのドーズ量およびエネルギーを変更することが出来る。注入イオンの密度はイオンのドーズ量により制御され、高ドーズ量の注入をする場合は、典型的には高電流イオン注入器が用いられ、低ドーズ量の注入をする場合は、中電流イオン注入器が用いられる。イオンエネルギーは、接合領域の深さまたは半導体ワークピースへ注入されるイオンの深さを制御するために用いられる。

#### 【0003】

電気産業界において、より小さく、より強力なデバイス（例えば、携帯電話またはデジタルカメラ等）を製造すべく、電気デバイスが小型化される傾向にあり、これらのデバイスに用いられる半導体および集積回路（例えば、トランジスタ等）が継続的に小型化されている。これらのデバイスを単一半導体基板上に、または単一半導体基板上の一部（ダイスとして知られている）に、より多く搭載することにより、基板構造の効率および生産性は改善される。イオンビームのエネルギーが減少することにより、イオンはより浅い深さに注入される。これにより、より薄いデバイスを製造することができ、搭載密度を増加することができる。さらに、ドーズ量を増加させてイオンを浅く注入することにより、導電率を容易に所望の値にすることができ、搭載密度を増加させるためには、低エネルギーイオンビームのビーム電流が増加する必要がある。他の例を挙げると、基板に対して相対的に深く、イオンを選択的に注入するためには、高エネルギービームを用いることが好ましい。その結果、半伝導性の異なる特性を有する層が生成され、基板上の異なる領域間または異なるデバイス間において領域拡散が成される。現状としては、これらの異なる適用のためには、異なる器具（例えば、高電流イオン注入器に対する中電流）が用いられる。

#### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

#### 【0004】

【特許文献1】米国特許第7,329,882号明細書（2008年2月12日登録）

【特許文献2】米国特許第7,361,914号明細書（2008年4月22日登録）

【特許文献3】米国特許第6,777,696号明細書（2004年8月17日登録）

【特許文献4】米国特許第7,102,146号明細書（2006年9月5日登録）

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

少なくとも経済的な理由から、単一のイオン注入システムにおいて、イオン注入を幅広く行えることが好ましい。しかしながら、低エネルギーイオン注入器または高電流イオン注入器のビームパスは典型的に短く作られている。一方、高エネルギーイオン注入器または中電流イオン注入器のビームパスは相対的に長く作られている。低エネルギーイオン注入器は、ビームが互いに反発し合う荷電粒子を含むことにより径方向外側に拡大する傾向、いわゆるビームブローアップをとりわけ軽減させるべく短く作られている。これに対し、高エネルギーイオン注入器においては、かなりの運動量を有する粒子が高速移動している。これらの粒子は、ビームラインに追加される加速用間隙の一または幾つかを通過することにより運動量が増加する。さらに、かなりの運動量を有する粒子の軌道を修正するには、フォーカシング部は、フォーカシング力を十分に印加すべく相対的に長くなければならない。このため、高エネルギーのビームラインは、低エネルギーのビームラインまたは高電流のビームラインに比べ、相対的に長く作られている。したがって、少なくとも幾つかの要素の実効長を調整できるイオン注入システムを提供する必要がある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

以下に、本発明の幾つかの態様を基本的に理解するための概要を示す。この概要は、発明の広範囲な概観ではない。そして、発明の鍵または重要な要素を特定することを意図するものでもなく、発明の範囲を詳述するものでもない。むしろ、この概要の主たる目的は、後述する詳細な説明に対する前置きとして、発明の幾つかの概念を簡単に提示すること

である。

【0007】

イオン注入システムに適する電気的および/または磁氣的な偏向部には、選択的にバイアスをかけられる複数の電極が含まれており、偏向部を通過するイオンビームを曲げたり、偏向させたり、除染したり、集束させたり、加速させたり、減速させたり、焦束させたり、そして/または発散させたりする。該電極が選択的にバイアスをかけられ、そして、該電極の一または複数がバイアスをかけられていない状態またはオフの状態であるので、電気的要素中のビームパスの偏向領域における実効長は、例えば、エネルギー、ドーズ量、および種類等のビームの特性に基づいて、所望の通りに選択的に調整可能である。

【0008】

一実施形態において、イオン注入システムには、イオンビームを生成するイオンビーム源およびイオンビームの質量分析部が含まれる。さらに、該イオン注入システムには、該イオンビームの質量分析部の下流側に、イオンビームを偏向させるための偏向部が少なくとも一つ含まれており、該偏向部は(ビームパスの)上記実効長を可変に調整することができる。また、該イオン注入システムには、該偏向部の下流側に設置されたエンドステーションが含まれており、該エンドステーションは、上記イオンビームによりイオンを注入されるワークピースを支持するように構成されている。該偏向部は、第一電極、該第一電極と間隙を有する第二電極、および、該第一電極および該第二電極の少なくとも何れかに電圧を印加するバイアスエレメントを備えている。そして、該第一電極と該第二電極との間に、その間隙を通過するイオンビームのイオンを偏向する電場が生成される。該第一電極および該第二電極の少なくともいずれか一つが、ビームの飛行パスに沿って複数の電極セグメントを生成するように細分化され、各電極セグメントは、該変更部の実効長を選択的に制御するように個別にバイアスをかけられる。

【0009】

他の実施形態において、上記イオン注入システムには、一または複数のビーム特性を測定するように構成されている測定部が含まれる。また、上記イオン注入システムには該測定部、ビーム生成部、質量分析部、および、偏向部と機能的に接続されている制御部が含まれる。ここで、該制御部は、測定部により測定された測定値に応じて、該ビーム生成部、該質量分析部、および該偏向部の少なくとも一つの動作を調整するように構成されている。該測定部は、電流、質量、電圧、および/または電荷電流の少なくとも一つを測定するように構成されている。上記イオンビームは、該偏向部により、偏向されると共に減速される。また、該イオンビームは、該偏向部により、偏向されると共に集束される。

【0010】

上記目的および関連する目的の達成に向けて、以下の記述および添付の図面において、本発明のある実例的な実施形態が詳しく述べられている。この実例的な実施形態は、本発明の原理が用いられた様々な方法のごく一部を示すものである。本発明の他の目的、利点、および優れた特徴は、図面と共に考慮すれば、以下に述べる本発明の詳細な説明より明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】偏向部の実効長を調整するように偏向部の電極に選択的に電圧が印加される、例示的なイオン注入システムを示すブロック図である。

【図2】偏向部の実効長を調整するように偏向部の電極に選択的に電圧が印加される、例示的なイオン注入システムを示すブロック図である。

【図3a】本明細書に記述されている電極を示す図である。

【図3b】本明細書に記述されている電極を示す図である。

【図3c】本明細書に記述されている電極を示す図である。

【図4】本明細書に記述されているイオンビームの制御を実行するための例示的な方法を示している。

【発明を実施するための形態】

## 【0012】

以下、本願請求項の内容について、添付の図面を参照しながら説明する。それらの図面において、同様の要素に対しては同様の符号を用いるものとする。これらの態様に関する記述は、単に実施例に過ぎず、如何なる意味においても制限的であることを意図するものではないことが理解されるものとする。以下の記述において、説明をするにあたり、本願請求項の内容を完全に理解できるように、多数の特徴的な詳細が記述されているが、これらの特徴的な詳細がなくとも本願請求項の内容を実行できることは明白である。また、本願請求項の内容を容易に記述できるように、よく知られている構造およびデバイスをブロック図の形式で示している。

## 【0013】

本発明は細分化された偏向部のメカニズムに関するものであり、該細分化された偏向部のメカニズムは、ビームエネルギー、電流、電圧、質量、および/または電荷の少なくとも一つの関数として、偏向場の密度および形状を、個別にかつ空間的に制御するために提供される。該細分化された偏向部のメカニズムは、第一電極および第二電極を含んでおり、その内の少なくとも一つが、全てまたは個別に選択されバイアスがかけられる電極セグメントを含んでいる。ここで、該偏向部の選択されない他の電極セグメントは、所定の電圧（例えば、グラウンド）に保たれている。全ての電極セグメント、一つの電極セグメント、または幾つかの電極セグメントに選択的にバイアスをかけることにより、ビームプラズマの偏向量および分散量を調整するように電場が保たれる。この方法により、高エネルギーおよび/または低エネルギーのビームが偏向される一方で、ビームの中性化が保たれる。本発明は、ペンシルビーム注入システムおよびリボンビーム注入システムのような様々な種類のビーム注入システムに適用することができる。

## 【0014】

図1は、例示的なイオン注入システム110を示しており、このシステムにおいて、イオンビームは本明細書中にて述べられるように輸送される。イオン注入システム110はターミナル112、ビームラインアセンブリ114、およびエンドステーション116を含んでいる。一実施形態において、ターミナル112は、高電圧電源122により電力が供給されるイオン源120を含んでおり、イオン源120は、イオンビーム124を生成し、イオンビーム124を該ビームラインアセンブリ114に向き付ける。イオン源120は荷電イオンを生成し、該荷電イオンは引き出され、該イオンビーム124へと形成される。ここで、該イオンビーム124は、該ビームラインアセンブリ114においてビームパスに沿って、該エンドステーション116に向き付けられる。

## 【0015】

上記イオンを生成するために、イオン化されるドーパント物質のガス（図示しない）が上記イオン源120の生成チェンバー121に配置される。該ドーパントガスは、例えば、ガス源（図示なし）からチェンバー121に引き入れられる。電源122に加え、イオン生成チェンバー121内にて自由電子を励起するために任意の数のメカニズム（図示なし）を用いることができる。例えば、RFまたはマイクロ波励起源、電子ビーム注入源、電磁場源、および/または該チェンバー内にてアーク放電を生成するカソード等が挙げられる。該励起された電子はドーパントガス分子と衝突し、イオンが生成させる。一般に、本明細書中の開示では、正のイオンが生成されるが、負のイオンも同様に生成されるシステムに対しても適用可能である。イオンは、イオン引出アセンブリ123により制御されながら、チェンバー121のスリット118を通して引き出される。ここで、イオン引出アセンブリ123は、複数の引出電極および/または抑制電極125aおよび125bを含んでいる。引出アセンブリ123は、例えば、分離型引出電源（図示なし）を含んでおり、この分離型引出電源は、生成チェンバー121からのイオンを加速させるために、引出電極および/または抑制電極125aおよび125bにバイアスをかける。

## 【0016】

例を一つ挙げると、上記ビームラインアセンブリは、ビームガイド、質量分析部、走査システム、および少なくとも一つの偏向部を含んでいる。他の例を挙げると、図1に示さ

10

20

30

40

50

れているように、該ビームラインアセンブリ 1 1 4 は、平行化部 1 3 9、ビーム走査システム 1 3 5、および、少なくとも一つの偏向部 1 5 7 も含んでいる。一実施形態において、質量分析部 1 2 6 は、約 90 度の角度に形成されている。また、該質量分析部 1 2 6 は、一または複数のマグネット（図示なし）を含んでおり、マグネット間に（双極性）磁場を発生させる。上記ビーム 1 2 4 は、質量分析部 1 2 6 へ進入すると、電荷質量比の不適切なイオンが排除されるように磁場により曲げられる。より具体的には、電荷質量比が非常に大きなイオンまたは非常に小さなイオンは、質量分析部 1 2 6 の側壁 1 2 7 に向かって偏向される。このようにして、質量分析部 1 2 6 を用いることにより、ビーム 1 2 4 に含まれる所望の電荷質量比を有するイオンのみが磁場を通過し、分解開口部 1 3 4 を通過して外に出ることができる。上記イオン注入システムにおいて、イオンビームが他の粒子と衝突することにより、ビームの均一性は低下する。したがって、一または複数のポンプ（図示なし）が、少なくともビームガイド 1 3 2 および質量分析部 1 2 6 を真空にするために含まれていてもよい。

10

#### 【0017】

図 1 の例に示されている上記走査システム 1 3 5 は、走査エレメント 1 3 6 および偏向部 1 3 8 を含んでいてもよい。電源 1 4 9 は走査エレメント 1 3 6 と、電源 1 5 0 は偏向部 1 3 8 と、それぞれ機能的に接続されている。より具体的には、各部に設置された電極 1 3 6 a、1 3 6 b、1 3 8 a、および 1 3 8 b とそれぞれ接続されている。偏向部 1 3 8 は、相対的に狭いプロファイルを有する質量分析されたイオンビーム 1 2 4（例えば、図示されているシステム 1 1 0 中のペンシルビーム）を受け入れる。そして、電源 1 5 0 により複数の電極 1 3 6 a および 1 3 6 b に電圧を印加することにより、走査エレメント 1 3 6 の走査頂点 1 5 1 へ該ビームが集束され、進められ、そして偏向される。一方、リボンビームもまた本明細書にて述べられている偏向部により受け入れられる。ペンシルビームの場合、電源 1 4 9（理論的には電源 1 5 0 と同じ）により走査板 1 3 6 a および 1 3 6 b に印加された電圧波形により、該ビーム 1 2 4 は前後に走査され、拡散され、対象のワークピースの幅以上の幅を有するリボンビーム（例えば、走査されたビーム 1 2 4）に引き伸ばされる。走査頂点 1 5 1 は、光学パス上の起点であって、走査エレメント 1 3 6 により走査された後の各ビームレットまたはリボンビームの走査部分が生じる起点として規定される。ペンシルビームを単独で用いる実施形態においては、走査エレメント 1 3 6 は外されてもよいし使用されなくてもよい。

20

30

#### 【0018】

例を一つ挙げると、上記走査されたビーム 1 2 4 は、該ビームを除染するための粒子トラップ（図示なし）を通過する。この粒子トラップには、電場および/または磁場を用いる多くの異なるトラップが含まれてもよい。他の例を一つ挙げると、該走査されたビームは平行化部 1 3 9 を通過する。この図示されている例においては、平行化部 1 3 9 は 2 つの双極性マグネット 1 3 9 a および 1 3 9 b を備えている。

#### 【0019】

イオン注入器 1 1 0 において、異なる型のエンドステーション 1 1 6 が使用されてもよい。図示されている例におけるエンドステーション 1 1 6 は、イオン注入のビームパスに沿って単一のワークピース 1 3 0 を支持する「枚葉式」のエンドステーションである。イオン注入よりも先に（そして、イオン注入の間も）キャリブレーションをするために、線量測定システム 1 5 2 がエンドステーション 1 1 6 内においてワークピース位置の近傍に含まれていてもよい。一実施形態において、キャリブレーションの間、ビーム 1 2 4 は線量測定システム 1 5 2 を通過する。線量測定システム 1 5 2 は、プロファイラパス 1 5 8 を横切るプロファイラ 1 5 6 を一または複数個含んでおり、ビームのプロファイルを測定する。プロファイラ 1 5 6 は、例えば、ファラデーカップのような電流密度センサを備えている。そして、一例においては、線量測定システムは、ビーム密度分布およびビーム角度分布を、R.D.Rathmell, D.E.Kamenitsa, M.I.King, and A.M. Ray, IEEE Proc. Of Int'l. Conf. on Ion Implantation Tech., Kyoto, Japan 第392頁 - 第395頁(1998年), 米国特許第 7, 3 2 9, 8 8 2 号明細書、Rathmell 等共著 "ION IMPLANTATION BEAM ANGLE CA

40

50

LIBRATION" および米国特許第 7, 361, 914 号明細書、Rathmell 等共著 "MEANS TO ESTABLISH ORIENTATION OF ION BEAM TO WAFER AND CORRECT ANGLE ERRORS" に記述されているように測定することができる。なお、これらの文献全体は本明細書の一部として取り込まれる。

#### 【0020】

線量測定システム 152 は、制御システム 154 と接続されることが可能であり、線量測定システム 152 は、制御システム 154 からの操作信号を受信し、制御システム 154 に測定値を提供する。例えば、制御システム 154 は、コンピュータ、マイクロプロセッサ等を備えてもよい。また、例えば、制御システム 154 は、線量測定システム 152 からの測定値を受け取り、電流密度、エネルギーレベル、および/またはビームの平均角度分布を計算する。同様に、制御システム 154 は、ビームラインアセンブリ 114 の質量分析部 126、平行化部 139、および偏向部 136、138、および 157 と同様に（例えば、電圧 149、150、159 および 160 を介して）、イオンビームが生成される端部 112 と接続されることが可能である。

10

#### 【0021】

一実施形態において、一または複数の偏向ステージ 157 が質量分析部 126 の下流側に配置されている。イオン注入システム 110 におけるこの点まで、ビーム 124 は、一般に、相対的に高いエネルギーレベルの状態のまま輸送される。これにより、特に分解開口部 134 のようなビーム密度の高い地点におけるビームのプロロープが軽減される。イオン引出アセンブリ 123、走査エレメント 136 およびフォーカスステアリングエレメント 138 と同様に、偏向ステージ 157 は、ビーム 124 を減速することが可能である電極 157a および 157b の一または複数を用意している。

20

#### 【0022】

二つの電極 125a と 125b、136a と 136b、138a と 138b、および 157a と 157b が、それぞれ例示的なイオン引出アセンブリ 123、走査エレメント 136、偏向部 138 および偏向ステージ 157 に図示されている。ただし、これらのエレメント 123、136、138、および 157 は、任意の適する数の電極を備えていてもよい。ここで、該電極は、イオンビーム 124 を集束し、曲げ、偏向し、収束し、拡散し、走査し、平行化し、そして/または除染させるだけでなく、イオンを加速および/または減速させるように配置されバイアスをかけられる電極である。この方法は、Rathmell 等共著の米国特許第 6, 777, 696 号明細書において提供されている方法にかなり似ている。なお、この米国特許明細書全体は本明細書に組み込まれる。加えて、フォーカスステアリングエレメント 138 は、アインツェルレンズ、4重極、および/または他のフォーカシングエレメントと同様の電気偏向プレート（例えば、一または複数組の電気偏向プレート）を備えていてもよい。平均して 0 になるようにエレメント 138 の偏向プレートに電圧を印加することは必要不可欠ではないが、その効果により、要素 138 のフォーカシングの歪みを軽減するための付加的なアインツェルレンズを導入する必要はなくなる。ビーム方向は、操作電圧および電気偏向プレート長に比例し、ビームエネルギーに反比例するので、イオンビームのステアリングは、偏向電極 138a と 138b の次元、および、とりわけ偏向電極に印加される操作電圧の次元の関数として表される。

30

40

#### 【0023】

更なる例によれば、図 1 の偏向部 157 は、望まないエネルギーのイオンおよび中性体を更にフィルタリングしビームから除外するように機能する。反対に、所望のイオン種は同じパスを通り、偏向部 157 により向き付けられ、曲げられ、偏向され、収束され、集束され、加速され、減速され、そして/または除染される。もしイオンビームが、クラスタービーム注入のように同一の質量の分子を含んでいる場合であれば、これは有効である。ここで、略全てのクラスターは同じ軌道を描き、減速ステージにおいてほとんど質量分散はなく、ビームのサイズおよび角度（この例においては、リボンの平面の外側）は保たれている。

#### 【0024】

50

一実施形態において、偏向部 157 は、第一電極 157 a および第二電極 157 b のように複数の電極を備えており、この複数の電極のそれぞれは、上部の電極および下部の電極を少なくとも一つずつ備えている。そして、この下部の電極は、ある実効長（図示なし）を有する偏向領域を有し、イオンビーム 124 を曲げたり、偏向したり、収束したり、拡散したり、集束したり、加速したり、減速したり、そして/または除染したりするように、選択的にバイアスがかけられる。偏向部 157 の偏向領域は、イオンビームの湾曲を誘発することができる方法を用いて、電場がイオンビームに作用を及ぼす領域を含んでいる。例えば、偏向領域の実効長は、以下に更に記述されているように、作り出された電場空間の大きさに依存して可変である。電源 160 は、電極に選択的にバイアスをかけるように、変更部 157 と機能的に接続されている。偏向部 157 の偏向領域の実効長は、電極が選択的にバイアスされることにより調整される。例えば、偏向部 157 の実効長は、電極の一または複数をイオン注入器の筐体と同電位（例えば、0 またはグラウンド）にバイアスすることにより、つまり本質的にその電極の使用をやめたり電極の電源を切ったりすることにより減少する。同様に、偏向部 157 の実効長は、電極により生成される電場を増大させるために、電極を偏向電位（典型的には 0 またはグラウンドと異なる）にバイアスすることにより増加させることができる。

10

#### 【0025】

一実施形態において、図 2 を参照すると、偏向ステージ 157 が詳細に図示されており、下流側に設置された偏向部 236 へのビーム接合を妨げる第一垂直プレート 238 a および第二垂直プレート 238 b を備えている。偏向部 236 は、上部電極 236 a および下部電極 236 b を備えており、それぞれ複数の電極セグメントを有している。本実施形態において、ビーム 124 は、偏向部 236 により曲げられる前、曲げられている最中、そして/または曲げられた後において、減速または加速される。

20

#### 【0026】

図 2 は、（図 1 に示されているように）ビーム 124 は偏向部 157 により偏向されると共に減速されることを示す配置の一例である。そして、Rathmell 等共著、米国特許第 7,102,146 号明細書において記述されている方法と略同様の方法を用いて考慮される幾つかの様々な変形例の一つである、なお、この米国特許明細書全体は本明細書に組み込まれる。他の例においては、ビーム 124 は、偏向されると共に加速される。そして、ビーム 124 は、偏向されたパスに沿って荷電粒子をガイドするために、ビームが曲げられる後、前、そして/または最中において発生する。荷電されていないイオンの何れも、または不適正な電荷のイオンの何れも、偏向されたパスを通過しない。それ故に、偏向されたパスとは異なる方向に進行し、例えば、中性体トラップに入り込む。

30

#### 【0027】

図示されている例においては、開口部 210 を通過するイオンビーム 124 は、軸 212 から角度  $\theta$  227 にて偏向される。ここで、角度  $\theta$  227 は、約 7 度から 20 度の間の角度であり、例においては約 12 度である。イオンビーム 124 は、開口部 210 の下流側の点 228 においてフォーカスされる。図 2 は、ハイブリッド型の走査メカニズムを示している。また、単独のペンシルビームのような他の型の走査メカニズムがあり、これらは本発明の実施形態に含むことができる。上述したように、イオンビームには、走査型のメカニズムを有さずに質量分析部の下流側にエンドステーションを有する標準的なビームラインが含まれる。また、そのような標準的なビームライン以外にも、任意の数のビームの型を含んでもよい。更に、スキャナーは、走査されたビームを提供するためのものであり、ここで、走査されたビームとは、走査されたりボンビーム（つまり、ハイブリッド走査である時間平均リボン）、リアルタイム静的リボンビーム、または、様々な変形例により提供された何れのリボンビームでもよい。

40

#### 【0028】

図 3 a は、図 2 の偏向部 226 を表す細分化された偏向メカニズム 336 を示している。細分化された偏向メカニズム 336 は、上部電極アセンブリ 336 a および下部電極アセンブリ 336 b を備えており、それぞれの電極は、328 に示されたビーム方向に配列

50

された電極セグメント 302、304、306、308、310、および 312 の配列を備えている。電極 302、304、および 306 は、下部電極アセンブリ 336b を構成し、電極 308、310、および 312 は、上部電極アセンブリから 336a を構成している。他の例においては、ビーム 324 は、偏向されると共に減速および / または加速されてもよい。また、ビーム 324 は、考案されたパスに沿って荷電粒子をガイドするために、ビームを曲げた後、曲げる前、および / または曲げている最中に発生してもよい。

#### 【0029】

細分化された偏向メカニズムの電極セグメントの各々に、偏向部の実効長を選択的に制御するように、個別にバイアスがかけられる。偏向メカニズム 336 は、制御部 316 および測定部 314 と接続されている。ここで、測定部 314 は、一または複数のビーム特性を測定するように構成されており、該ビーム特性には、ビーム 324 のエネルギー、電圧、電流、電流密度、質量、電荷、および種の少なくとも一つを含んでいる。制御部は測定部、ビーム生成部、質量分析部、および / または偏向部と機能的に接続されており、測定部により取得された測定値に応じて、ビーム生成部、質量分析部、および偏向部の少なくとも一つの動作を調整するように構成されている。

#### 【0030】

図 3b に示されている一実施形態において、偏向部 336 の下部電極と上部電極の最初の組である 302 と 308、および、最後の組である 306 と 312 は、イオンビームの電子が偏向領域に進入しないようイオンビームの電子を退けるために、それぞれ 0 ボルトから -2 キロボルトの間の電位  $V_1$  によって保たれている。これは、偏向を生成するために、中間にある下部電極と上部電極の組である 310 と 304 とのそれぞれに、相対的に正の高電位  $V_2$  がバイアスされてもよいので好ましい。例えば、中間にある上部電極 310 に、正の高電圧がバイアスされることは可能である。近似された実効長 318 を有する偏向領域 320 がそこに生成される。これは、高エネルギービームに対して実行される。偏向領域 320 がイオンビームと相互作用する実効長 318 は、相互作用している電場線の様々な非線形形状のため近似されており、このようにして近似された実効長が描かれている。しかしながら、実効長には、バイアスの大きさおよび個別の電極セグメントをどう選択するかに関して、様々な形状および長さが取り入れられ得る。

#### 【0031】

また、描かれた電極セグメントの何れも、偏向領域 320 の実効長 318 を選択的に制御するために、個別にバイアスがかけられる。これは、例えば、それほど多くの正の電圧を用いないことにより、電場ができるだけ短くビームに作用する偏向領域 320 を保ち続ける際に有効である。つまり、上部電極または下部電極の全セグメントの数よりも少ない電極セグメントの数（例えば、3 つの内の 1 つ、または、3 つの内の 2 つ）が、低エネルギービームに対して（ビームからプラズマを除去する）電場空間を物理的により短くするように利用される。図 3a と同様に、偏向メカニズム 336 は、制御部 316 および測定部 314 に接続される。ここで、測定部 314 は、一または複数のビーム特性を測定するように構成される。このビーム特性は、ビーム 324 のエネルギー、電圧、電流、電流密度、質量、電荷および種の少なくとも一つを含んでいる。

#### 【0032】

図 3c は、高エネルギービームが用いられる一実施形態を示している。一実施形態において、上部電極セグメントの 3 つ全てに高電圧  $V_1$  がバイアスされ、下部電極セグメントの 3 つに低電圧  $V_2$  がバイアスされる。これは、ビームプラズマを効果的に除去することができ、それゆえ、偏向領域 320 の実効長 318 をより長く提供することができる。再び、偏向領域 320 がイオンビームと相互作用する実効長 318 は、相互作用している電場線の様々な非線形形状のため近似されており、このようにして近似された実効長が描かれている。しかしながら、実効長には、バイアスの大きさおよび個別の電極セグメントをどう選択するかに関して、様々な形状および長さが取り入れられ得る。例えば、図 3c において、実効長 318 は、そこを通過するビームラインの物理的な長さと同様に近似された長さであってもよい。示されている実効長は、偏向領域内のある点における長さと同

10

20

30

40

50

同様であってもよいが、ビームラインに関する長さがかかなり異なる点があってもよい。

【0033】

細分化された偏向メカニズムの個別の電極セグメントが選択的にバイアスされる他のバイアス構成も利用される。例えば、負にバイアスされた中間にある下部電極304を除いた全電極セグメントをグラウンドにする。この場合、下部の負の電極がイオンビームを引き付けるため、イオンビームは引き続き曲げられる。これは、イオンビームの中性化を促進するビームプラズマのより良い分散を取得すべく、低エネルギービームに対して提供される。偏向部の他の電極セグメントは、互いに個別に選択的にバイアスされるように構成されている。これは、制御部316に接続された電源(図示なし)を通して実行される。この制御部316は、エネルギー、電流、質量、および電荷の少なくとも一つに基づくビームの測定値を測定部316から受け取る。

10

【0034】

図4には、本明細書にて述べられているような、イオン注入システムにおけるイオンビームを制御するための例示的な方法400が示されている。方法400は、本明細書において一連の動作または一連の出来事として図示され記述されているが、本発明は、それらの動作について図示された順序付けに制限されるものではない。例えば、幾つかの動作は、異なった順序付けで起こるものとしてもよいし、本明細書に示され記述されている動作または出来事とは異なる他の動作または出来事と共に起こるものとしてもよい。加えて、図示されている動作の全てが、本明細書に述べられた実施形態の一または複数の態様を実施するために必要である訳ではない。更に、一または複数の動作は、一または複数の分離した動作および/または状態においても実行される。

20

【0035】

方法400は410において開始し、ワークピースにイオンを注入するために利用されるイオンビームが、イオン注入システムにおいて生成される。例えば、イオンビームは、所望のドーパント種、エネルギー、および/または電流を有するように生成される。方法は412に進み、一または複数の注入特性が測定される。この注入特性とは、注入角度、ビーム種、ビームエネルギー、およびビームドーズ量等である。例えば、そのような特性は、上述しているような線量測定システムを用いて測定されてもよい。より具体的には、例えば、ビームの電流密度を規定する線量測定システムが用いられてもよい。測定された特性は、例えば、システムの制御部に記憶されている所望の値と比較され、所望の結果を入手するためには、もし必要な調整があるとすればどのような調整が成される必要があるかを確かめる。

30

【0036】

システムの動作は、412において取得された測定値に基づいて414において調整される。例えば、一または複数の偏向部の電極セグメントの何れも、上述しているように、所望のイオン注入を取得するように調整されてもよい。例えば、所望の実効長、偏向角度、および/または加速/減速のレベルを達成するように、一または複数の電極に印加されるバイアス電圧が取得される。方法400は、その後、終了となるように示されている。しかし、方法400は、所望のイオン注入を達成するように、実際は、サイクルを続けたり、何度繰り返されたりしてもよい。

40

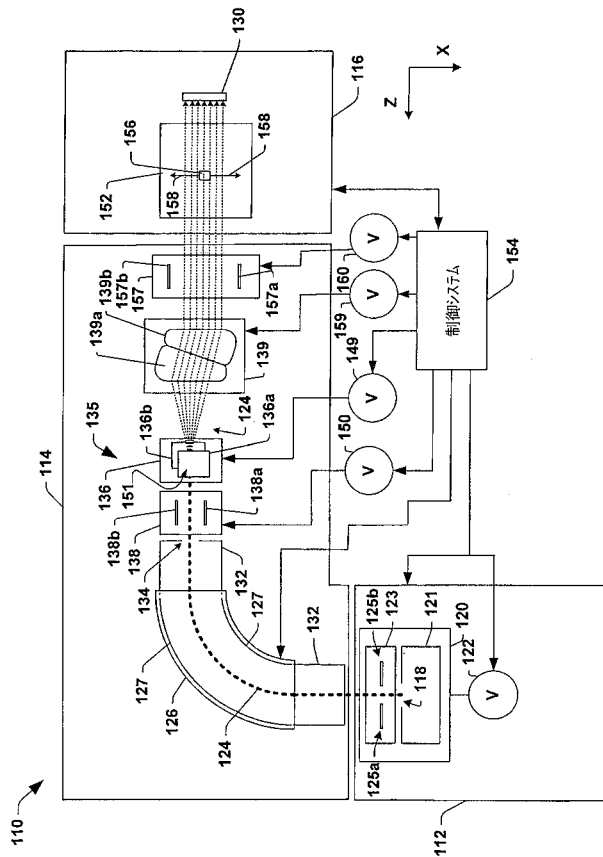
【0037】

本発明は、一又は複数の実施例に関して図解され記述されているが、本明細書及び添付の図面を読み理解することにより、当業者は同等の変更および修正を行うことができる。本発明の開示には、そのような修正および変更を全て含んでおり、本発明の開示は、以下の請求項の範囲においてのみ限定されるものである。特に、上記の要素(アセンブリ、エレメント、デバイス、および回路等)により実行される様々な機能に関して、そのような要素を記述するために使われた用語(「手段」として参照されるものも含む)は、ここで示されている本発明の例示的な実施例における機能を実行する明示的な構造と構造的に同等でないとしても、他の方法が示されない場合には、上述の要素の明細書中に記述された機能を実行するどの要素(つまり、機能的に同等である要素)にも対応するものとする。加

50

えて、本発明の特定の特徴は、様々な実施例の内の一について開示したが、そのような特徴は、他の実施例の一またはそれ以上の他の特徴と結び付けることができ、どの既存の適用例またはどの特定の適用例に対しても所望なものとなり、かつ有利なものとなる。更に、発明の詳細な説明および請求項において用いられる以下の用語「含む」、「有している」、「有する」、「付帯の」、およびその派生語は、「備えている」という用語と同様な意味において包含的であるものとする。また、本明細書中において用いられている「例示的な」という用語は、「最上の例」というよりは単に「例」を意味している。

【 図 1 】



【 図 2 】

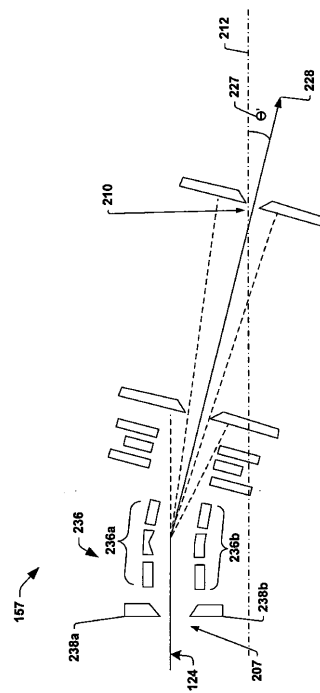
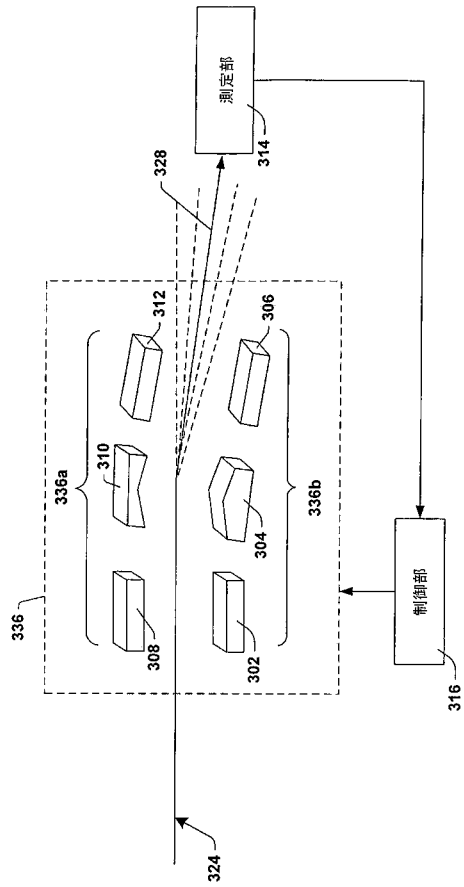
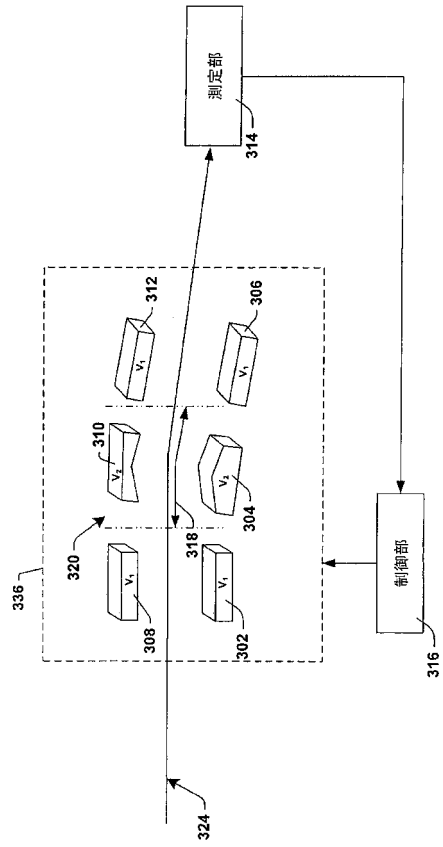


FIG. 2

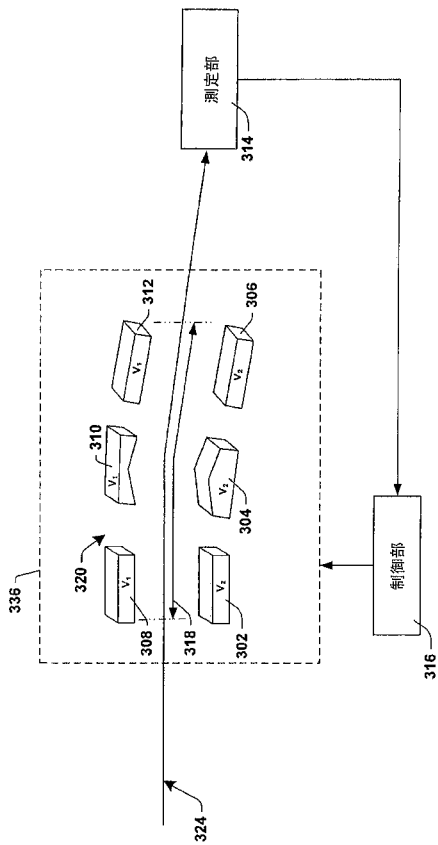
【図 3 a】



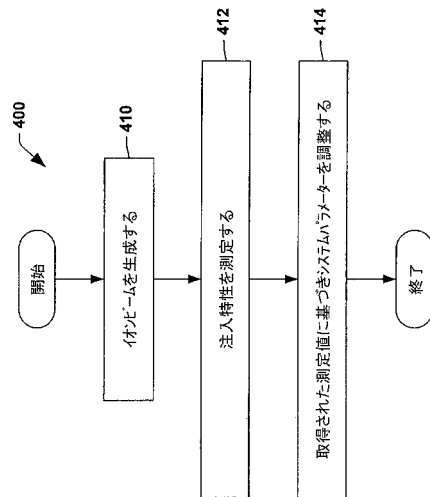
【図 3 b】



【図 3 c】



【図 4】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2009/005182

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01J37/147 H01J37/317		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01J		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/078954 A1 (VANDERBERG BO H [US] ET AL) 3 April 2008 (2008-04-03) paragraphs [0026], [0037] - [0045], [0049], [0050], [0053]; figures 1,7,8 paragraph [0029]; figure 5	1-3,7-20
X	US 6 521 895 B1 (WALTHER STEVEN R [US] ET AL) 18 February 2003 (2003-02-18)  column 4, lines 28-64; figure 1 column 9, line 51 - column 10, line 25; figure 10 column 3, lines 30-33, 60-63; claims 20,23,38  ----- -/--	1-6,9, 11-12, 14-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		*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
*E* earlier document but published on or after the international filing date		*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
*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)		*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.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*&* document member of the same patent family
*P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search  29 January 2010	Date of mailing of the international search report  05/02/2010	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Krauss, Jan	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2009/005182
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 02/052609 A2 (PROTEROS LLC [US]; BERRIAN DONALD W [US]) 4 July 2002 (2002-07-04)</p> <p>page 8, line 7 - page 11, line 18; figures 3-7</p>	1-3, 5, 8-9, 11-12, 14-15
X	<p>US 6 777 696 B1 (RATHMELL ROBERT D [US] ET AL) 17 August 2004 (2004-08-17) cited in the application column 8, line 42 - line 25, paragraph 2; figure 5 column 11, lines 14-34, 48-28; figure 6</p>	1, 11
X	<p>WO 2008/001685 A1 (NISSIN ION EQUIPMENT CO LTD [JP]; YAMASHITA TAKATOSHI [JP]) 3 January 2008 (2008-01-03) abstract; figures 8, 10</p>	1, 11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2009/005182

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008078954 A1	03-04-2008	CN 101553897 A KR 20090089295 A WO 2008042094 A2	07-10-2009 21-08-2009 10-04-2008
US 6521895 B1	18-02-2003	EP 1224682 A1 JP 2003513419 T TW 472280 B WO 0131679 A1	24-07-2002 08-04-2003 11-01-2002 03-05-2001
WO 02052609 A2	04-07-2002	AU 2002231340 A1	08-07-2002
US 6777696 B1	17-08-2004	CN 1777972 A EP 1597748 A2 JP 2006518916 T KR 20060007002 A WO 2004077479 A2	24-05-2006 23-11-2005 17-08-2006 23-01-2006 10-09-2004
WO 2008001685 A1	03-01-2008	JP 2008034360 A US 2009289193 A1	14-02-2008 26-11-2009

## 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 アイズナー, エドワード

アメリカ合衆国, 02420 マサチューセッツ州, レキシントン, ノース ストリート 89

(72)発明者 ヴァンダーバーグ, ボー

アメリカ合衆国, 01930 マサチューセッツ州, グロスター, ウッドベリー ストリート 36

Fターム(参考) 5C034 CC05 CD04