

(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2007-516573

(P2007-516573A)

(43) 公表日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(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 Z 5 C 0 3 4

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2006-533041 (P2006-533041)  
 (86) (22) 出願日 平成16年5月14日 (2004. 5. 14)  
 (85) 翻訳文提出日 平成17年12月26日 (2005. 12. 26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/015058  
 (87) 国際公開番号 W02004/114356  
 (87) 国際公開日 平成16年12月29日 (2004. 12. 29)  
 (31) 優先権主張番号 60/470, 926  
 (32) 優先日 平成15年5月15日 (2003. 5. 15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 10/606, 087  
 (32) 優先日 平成15年6月25日 (2003. 6. 25)  
 (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 O 1  
 9 1 5 ベバリー チェリー ヒル ドラ  
 イブ 1 0 8  
 (74) 代理人 100068618  
 弁理士 粵 経夫  
 (74) 代理人 100104145  
 弁理士 宮崎 嘉夫  
 (74) 代理人 100080908  
 弁理士 館石 光雄  
 (74) 代理人 100109690  
 弁理士 小野塚 薫

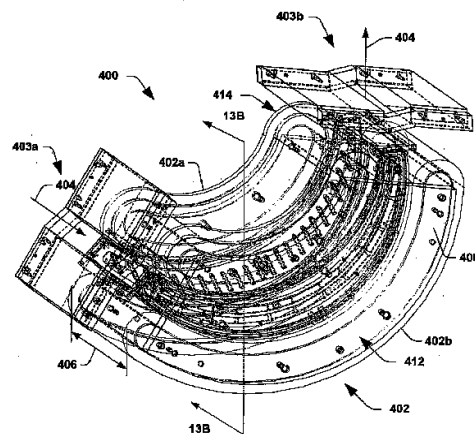
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リボンビーム型イオン注入機のための高分析分離磁石

(57) 【要約】

リボン型イオンビームに対する質量分析器が開示される。質量分析器は、その入口端と出口端を形成する一対のコイルを含む。フィールドクランプは、質量分析器の入口端と出口端の一方または両方の位置またはその近くに設けられる。このフィールドクランプは、質量分析器の入口端と出口端に密接する漏れ磁界を終端させるように操作される。これにより、このような漏れ磁界にリボンビームが衝突するのを減少させ、ビームの均一性を改善する。

【選択図】 図 8



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

リボンビームを作り出すために作動するイオン源と、  
前記リボンビームを入口端に受け入れて出口端に出力する所定の径路に沿って、所望の電荷質量比を有するリボンビーム内のイオンを偏向するために作動する質量分析システムと、

該質量分析システムの下流に配置され、前記リボンビームを介してイオン注入するために加工物を支持するように操作可能なエンドステーションとを含み、

前記質量分析システムは、前記入口端及び出口端の一方に配置されるフィールドクランプを含み、このフィールドクランプは、関連する漏れ磁界をほぼ終端させるように操作可能で、これによりリボンビームのひずみを減少させることを特徴とするイオン注入システム。

10

## 【請求項 2】

前記フィールドクランプは、リボンビームの幅に関連した方向に伸びる 2 つの鉄部材を含み、第 1 の鉄部材はリボンビーム上方に配置され、第 2 の鉄部材はリボンビームの下方に配置される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 3】

前記質量分析システムは、入口端に配置される第 1 フィールドクランプと、出口端に配置される第 2 フィールドクランプと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。

20

## 【請求項 4】

前記第 1、第 2 フィールドクランプの各々は、リボンビームの幅に関連した方向に伸びる 2 つの鉄部材を含み、第 1 鉄部材は、リボンビームの上方に配置され、第 2 鉄部材は、リボンビームの下方に配置されることを特徴とする請求項 3 記載のイオン注入システム。

## 【請求項 5】

前記質量分析システムは、コイル対の間にビームライン径路を有する一対のコイルを含み、前記コイル対は、電流がコイルを流れるとき、リボンビームの伝播方向にほぼ直交して磁界を発生させるように操作可能である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 6】

一対のコイルは、リボンビームの幅方向に伸び、前記コイルのいずれかの一端に質量分析システムの第 1、第 2 対向側壁部分を形成することを特徴とする請求項 5 記載のイオン注入システム。

30

## 【請求項 7】

前記第 1、第 2 対向側壁に沿ってリボンビームの高さ方向に伸びる副コイルの第 1 組を含み、リボンビームの端部位置で集束または平行なビームとなるように調整するために、前記副コイルの第 1 組と一対のコイルとが関連して 4 つのコイルを形成することを特徴とする請求項 6 記載のイオン注入システム。

## 【請求項 8】

リボンビームの幅方向に伸びかつ前記一対のコイル上に重なり合う副コイルの第 2 組をさらに含み、前記副コイルの第 2 組が前記一対のコイルに独立して電流を導くように操作可能であり、これにより、一対のコイル間の双極子磁界に対する補正を与えることを特徴とする請求項 6 記載のイオン注入システム。

40

## 【請求項 9】

前記副コイルの第 2 組は、副コイルの上方組と下方組からなり、前記上方組と下方組は、双極子磁界に対する補正を与えるために独立して制御可能であることを特徴とする請求項 8 記載のイオン注入システム。

## 【請求項 10】

入口端と出口端の間に弓形状に伸びるとともに、コイル間に弓形状のビームライン径路を配置する一対のコイルと、

50

前記コイルの入口端と出口端の一方に連結されて作動可能となり、前記コイルの入口端及び出口端の一方から生じる漏れ磁界をほぼ終端させるように操作可能なフィールドクランプと、を含むこと特徴とする質量分析器。

【請求項 1 1】

前記コイルの入口端と出口端の他方に連結されて作動可能となる別のフィールドクランプをさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 記載の質量分析器。

【請求項 1 2】

前記一对のコイルは、質量分析器の頂部部分を形成する第 1 コイルと、前記質量分析器の底部部分を形成する第 2 コイルからなり、前記フィールドクランプは、前記第 1 コイルの入口端に配置される第 1 鉄部材と、前記第 2 コイルの入口端に配置される第 2 鉄部材とを含み、前記第 1、第 2 鉄部材は、前記コイルの入口端から生じる漏れ磁界をほぼ終端させるように作動することを特徴とする請求項 1 0 記載の質量分析器。

10

【請求項 1 3】

前記第 1、第 2 コイルは、前記弓形状のビームライン径路にほぼ直交する方向に伸び、かつ前記質量分析器の幅を形成しており、前記第 1、第 2 鉄部材は、前記第 1、第 2 コイルの入口端で前記質量分析器の幅に沿って伸びており、これにより、前記質量分析器の幅に沿ってコイルの入口端から生じる漏れ磁界をほぼ終端させることを特徴とする請求項 1 2 記載の質量分析器。

【請求項 1 4】

前記一对のコイルは、質量分析器の頂部部分に形成される第 1 コイルと、前記質量分析器の底部部分に形成される第 2 コイルとを含み、前記フィールドクランプは、前記第 1 コイルの出口端に配置される第 1 鉄部材と、前記第 2 コイルの出口端に配置される第 2 鉄部材とを含み、前記第 1、第 2 鉄部材は、前記コイルの出口端から生じる漏れ磁界をほぼ終端させるように作動することを特徴とする請求項 1 0 記載の質量分析器。

20

【請求項 1 5】

前記第 1、第 2 コイルは、前記弓形状のビームライン径路にほぼ直交する方向に伸び、かつ前記質量分析器の幅を形成しており、前記第 1、第 2 鉄部材は、前記第 1、第 2 コイルの出口端で前記質量分析器の幅に沿って伸びており、これにより、前記質量分析器の幅に沿ってコイルの出口端から生じる漏れ磁界をほぼ終端させることを特徴とする請求項 1 4 記載の質量分析器。

30

【請求項 1 6】

リボン型イオンビームを質量分析する方法であって、  
所定の経路に沿ってリボンビーム内の選択されたイオンを偏向するための双極子磁界を発生させ、

この双極子磁界に関連する漏れ磁界の拡張を制限する、各工程を含むことを特徴とする質量分析方法。

【請求項 1 7】

前記漏れ磁界の拡張を制限する工程は、所定の領域内に漏れ磁界をクランプするステップを有することを特徴とする請求項 1 6 記載の方法。

【請求項 1 8】

双極子磁界は、質量分析器の入口端と出口端を有する前記質量分析器内に発生し、前記漏れ磁界の拡張を制限する工程は、前記質量分析器の入口端または出口端から生じる漏れ磁束の拡張を制限することからなることを特徴とする請求項 1 6 記載の方法。

40

【請求項 1 9】

前記漏れ磁界の拡張は、質量分析器の入口端と出口端に近い所定領域内で漏れ磁界をクランプ操作するステップからなることを特徴とする請求項 1 8 記載の方法。

【請求項 2 0】

漏れ磁界をクランプ操作することは、前記質量分析器の入口端または出口端の近くに、フィールドクランプを配置することからなる請求項 1 9 記載の方法。

【請求項 2 1】

50

前記フィールドクランプと、前記質量分析器の入口端または出口端との間の距離は、前記フィールドクランプの飽和を防止するのに十分な距離であることを特徴とする請求項 20 記載の方法。

【請求項 22】

前記フィールドクランプは、頂部部分と底部部分を有する鉄部材からなり、前記頂部部分と底部部分は、それぞれ、リボンビームが通過するように、前記リボンビームの幅に沿って伸びていることを特徴とする請求項 20 記載の方法。

【請求項 23】

漏れ磁界の拡張を制限する後で、前記リボンビームの均一性を検知するステップを更に含むことを特徴とする請求項 16 記載の方法。

10

【請求項 24】

リボンビームを用いてイオン注入される加工物の位置またはその近くで、リボンビームの均一性を検知することを特徴とする請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】

双極子磁界は、質量分析器内で生成され、さらに、前記検知されたりボンビームの均一性に基づいて、前記質量分析器に関連した 1 つ以上のコイルを制御するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 23 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、一般的に、イオン注入システムに関し、特に、質量分析器、及びリボン型イオンビームを質量分析するために質量分析器に関連する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

イオン注入システムは、集積回路製造において、不純物を用いて半導体をドーピングするために用いられる。このようなシステムにおいて、イオン源は、所望のドーパント要素をイオン化するものであり、このドーパント要素がイオン源からイオンビームの形で引き出される。このイオンビームは、一般的に、所望の電荷質量比のイオンを選択するために質量分析され、そして、イオンビームが半導体ウエハの表面に向けられ、ウエハにドーパント要素を注入する。ビームのイオンは、ウエハの表面を貫き、ウエハにトランジスタ素子等を製造するために所望の導電率を有する領域を形成する。

30

【0003】

一般的なイオン注入装置は、イオンビームを発生するためのイオン源と、磁界を用いてイオンビームを質量分析するための質量分析装置を含むビームラインアセンブリと、イオンビームによってイオン注入される半導体ウエハまたは加工物を含むターゲット室とを含んでいる。

【0004】

一般的なイオンビーム注入機は、イオン化可能な材料から正に荷電したイオンを発生させるイオン源を含んでいる。この発生したイオンは、ビームに形成され、所定のビーム経路に沿って注入ステーションに進む。イオンビーム注入機は、イオン源と注入ステーションとの間に伸びるイオンビーム形成構造体を含むこともできる。このビーム形成構造体は、イオンビームを維持し、細長い内部キャビティまたは通路の境界を定め、この通路を通過してイオンビームが注入ステーションに進む。

40

【0005】

電荷に対するイオンの質量（例えば、電荷質量比）は、静電界または磁界によってイオンが軸方向および径方向の両方向に加速される度合いに影響する。それゆえ、望まない分子量のイオンがビームから離れる位置に偏向するので、半導体ウエハまたは他のターゲットの所望領域に到達するビームを非常に純粋なものに形成することができ、所望の材料以外の注入を避けることができる。

50

## 【0006】

所望のおよび望まない電荷質量比のイオンを選択的に分離する過程は、質量分析として知られている。質量分析器は、一般的に、異なる電荷質量比のイオンを効果的に分離する弓状に湾曲した通路内の磁界偏向に対してイオンビーム内の種々のイオンを偏向するために、双極子磁界を作り出す質量分析磁石を用いる。

## 【0007】

ある用途に対して所望の注入を達成させるために、注入されたイオンのエネルギー - およびドーズ量を変更することができる。イオンのドーズ量は、一定の半導体材料に対して注入されるイオンの集中を制御する。一般的に、高電流イオン注入装置は、高線量注入のために用いられ、一方、中電流イオン注入装置は、低線量注入のために用いられる。イオンエネルギーは、半導体または他の基板材料における接合深さを制御するのに用いられる。

10

## 【0008】

ビームイオンのエネルギーレベルは、注入されるイオンの深度を決定する。より小型化を図るために、低いエネルギーで高いビーム電流を供給するために役立つ機構を必要とする。

高いビーム電流は、必要な線量レベルを与え、一方、低いエネルギーは、浅い注入を可能にする。

## 【0009】

大部分の従来システムにおいて、ペンシル型イオンビームを用いたイオン注入では、比較的狭いビームがイオン源によって発生され、そして、質量分析され、続いてビームを調整し、加工物に到達する前に走査される。しかし、多くの現在の利用では、比較的高いドーパント集中を用いて、例えば、半導体製造における浅いソース/ドレイン領域を作る場合に、浅い注入を与えることを望む。

20

## 【0010】

イオン注入の深さを浅くするために、高電流/低エネルギーのイオンビームが望ましい。

この場合、イオンの減少したエネルギーによって、イオンビームの集中を維持することがイオンの相互反発により困難となり、電荷等を保持できなくなる。一般的に、高電流イオンビームは、同様に、電荷イオンの高集中を含む、これにより、相互反発により発散する傾向にある。上記問題の1つの解決方法は、ペンシル型の代わりにリボン型のイオンビームを用いることである。リボン型イオンビームの利点は、ビームの断面積がペンシル型ビームよりも実質的に大きくなることである。例えば、一般的なペンシル型イオンビームは、約1~5cmの直径を有し、リボン型イオンビームは、約1~5cmの高さと約40cmの幅を有する。実質的により大きなビーム領域により、一定のビーム電流は、電流密度を少なくし、そして、ビームのパーピアンスを低下させる。リボン型イオンビームを用いると、これに関連して多数のユニークな挑戦に対応することができる。

30

## 【0011】

イオン注入システムにおいて、加工物に均一なリボンビームを提供するリボンビーム型のイオン注入システムが必要となる。

## 【発明の開示】

40

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0012】

本発明の1つ以上の基本的理解を与えるために単純化した要約を以下に示す。この要約は、本発明を拡張するものではなく、本発明の本質または重要な部分を識別し、その請求の範囲を正確に詳述するものでもない。

## 【0013】

むしろ、この要約の第1の目的は、本発明を単純化した形の概念を示すものであり、以下で説明するより詳細な説明の序文となるものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

50

本発明は、リボン型イオンビームを発生させ、ビームライン沿って加工物に向うビームを指向させるイオン注入システムに関する。このイオン注入システムは、リボン型イオンビーム受け取り、そして、質量分析のための弓状の経路に沿うこのようなビームを偏向させるための質量分析器を含んでいる。本発明の質量分析器は、最小のビームひずみでこのような質量分析を実現するように構成されている。

【0015】

本発明の1つの構成によれば、リボンビーム型イオン注入システムは、リボンビームのイオン源、質量分析システム、及びエンドステーションを有する。質量分析システムは、入口端と出口端とを有し、この入口端から出口端への所定の弓状経路に沿うリボンビーム内で、所望の電荷質量比を有する選択されたイオンを偏向するように操作される。さらに、質量分析システムは、入口端、または出口端に近接して、あるいは入口端と出口端の両方に配置されるフィールドクランプを含む。このフィールドクランプは、質量分析システムに関連する漏れ磁界を終端するように操作される。これにより、ビームひずみを減じ、ビームの均一性を改善する。

10

【0016】

本発明の他の構成によれば、フィールドクランプは、リボンビームの幅に関連する方向に伸びる一对の強磁性部材からなる。鉄等の強磁性部材が質量分析システムの入口端に配置されると、漏れ磁界がクランプを越えて伸びることを防止できる。これにより、質量分析器の入口端での漏れ磁界を減少させる。その結果、質量分析器の入口端において、漏れ磁界に関連するリボンビームのひずみが減少される。同様に、リボンビームの幅方向に延びる一对の強磁性部材は、質量分析器の出口端に近接して配置することもでき、漏れ磁界が質量分析システムの出口端からクランプを越えて伸びるのを防止する。従って、質量分析システムの出口端から伸びる漏れ磁界が減少し、これにより、イオンビームひずみを減少させ、改善したリボンビームの均一性を与える。

20

【0017】

本発明のさらに別の構成によれば、質量分析システムは、弓状に伸びる一对のコイルを含む、このコイル間のビームライン経路を定める。一对の第1コイルは、ビーム上方にあり、ビーム幅の全体に沿って伸びている。一方、第2コイルは、ビームの下方にあり、ビーム幅全体に伸びている。コイル内に流れる電流によって、双極子磁界がコイル間に発生して、弓状経路に沿ってビーム内の所望イオンを偏向させる。ビームライン経路に沿うコイル間の双極子磁界は、ほぼ均一であるが、漏れ磁界は、ビームライン経路に沿う磁界の勾配により、他の部材間で入口端および出口端から伸びている。このような漏れ磁界は、横断方向の、非均一な成分を有し、ビーム幅に沿うビームひずみを与えるように動作する。本発明のフィールドクランプは、入口端および出口端のそれぞれに近接する漏れ磁界を終端させるように動作する。こうして、ビームライン経路に沿って進行するリボンビームは、わずかな持続時間の間、漏れ磁界に晒される。その結果、このような漏れ磁界に関連するビームひずみは、実質的に減少する。

30

【0018】

本発明の更に他の構成によれば、1つ以上の第2対のコイルが、第1対のコイルに関連して使用される。第2対のコイルは、弓状経路に沿って伸びている。1つ以上の第2対のコイルは、更なる磁界の補正のために、第1対のコイル上にまたはガイドの側壁部分に沿って伸びている。一例では、このような補正は、加工物でのビーム均一性の決定に対応しており、このような補正は、リボンビームのひずみを補正するために操作するものであり、例えば、漏れ磁界または他のファクターによりフィールドクランプによってこのような漏れ磁界の衝撃を減少させる。

40

【0019】

本発明の更に他の構成によれば、リボンビームを質量分析する方法が開示される。この方法は、リボン型イオンビームを発生させ、このビームをビームライン経路に沿って送るステップを含む。双極子磁界は、所望の電荷質量比に従って所定の弓状経路を通過するリボンビームにおいて、選択されたイオンを偏向するためにビームライン経路に沿って発

50

生ずる。双極子磁界の入口部分または出口部分に少なくとも関連した漏れ磁界は、これらに換券したビームひずみを防止するために減少される。一例では、漏れ磁界は、双極子磁界の入口端及び出口端に近接してフィールドクランプを設けることによって減少する。その結果、ビームライン経路に沿って進行するリボンビームは、より短い持続時間の間このような漏れ磁界にさらされ、その結果、リボンビームに関連するビームひずみを減少させ、そして、リボンビームの均一性を改善させることになる。

#### 【0020】

上述したおよび関連する目的を達成するために、以下の説明と添付図面とは、本発明のある詳細な例示的構成を示している。しかし、これらの形態は、本発明の原理が採用され得るような種々の方式におけるいくつかを示しているだけである。本発明の他の目的、長所及び新規な特徴は、図面との関連で考えると、本発明の次の詳細な説明から明らかになる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

本発明は、図面を参照して説明するものであるが、同一の参照番号は、全体にわたって同一の要素を表すために用いられる。これらの説明及び以下の記述は、本来的に例示のためのものであり、これに限定されるものではない。

#### 【0022】

それゆえ、ここで説明されるシステム及び方法の変形例、及びこれらのものから離れた他の実施形態は、本発明の技術的範囲及び添付の請求項に記載の範囲内にあるものと見なされることが明らかとなるであろう。

20

#### 【0023】

本発明は、リボン型イオンビームを質量分析するシステム及びその方法に関する。質量分析器の入口端及び出口端の一方または両方から生じる漏れ磁界を減少させることによって、ビームひずみが減じられ、ビーム幅に沿って改善された均一なビームを生じさせる。

漏れ磁界の減少は、質量分析器の入口端及び出口端に近接してフィールドクランプを設けることによって得られる。このフィールドクランプは、漏れ磁界を実質的に終端させ、これにより、質量分析器からクランプを越えて伸びるこのような漏れ磁界を防止する。その結果、一定のビーム伝播速度でビームライン経路に沿って進行するリボン型ビームは、従来のシステムに比較して実質的に短い時間の間、このような漏れ磁界に晒され、そして、このような漏れ磁界によるビームひずみが減じられる。種々の場合において、本発明の更なる利用は、以下の詳細な説明に従って理解されるであろう。

30

#### 【0024】

最初に、図1において、本発明の1つ以上の形態を実行するのに適したイオン注入システム10がブロック図の形で示されている。このシステム10は、ビーム経路に沿ってイオンビーム14を生じさせるためのイオン源12を含んでいる。イオン源12は、例えば、関連した電源18を有するプラズマ源16を含む。プラズマ源16は、例えば、プラズマを閉じ込める室を有し、この室からイオンビームを引き出す。引き出されたイオンビームは、例えば、300mmの半導体ウエハの注入を行うために約400mmの幅を有するリボン型イオンビームからなる。本発明に関連して使用される1つの例示的なりボン型イオンビームは、本発明の譲受人に譲渡されたもので、2002年5月1日に米国出願された特許文献1に開示されている。この内容は、参考文献としてここに包含される。

40

#### 【0025】

【特許文献1】米国特許出願番号10/136,047号 ビームラインアセンブリ11は、イオン源12の下流に配置され、イオン源からリボンビーム14を受け入れる。ビームラインアセンブリ11は、質量分析器22、減速システム26、偏向システム28を含むことができる。ビームラインアセンブリ11は、リボンビーム14を受け入れるために、経路に沿って配置されている。質量分析器22は、磁石(図示略)等の磁界を発生させる要素を含み、それぞれのイオンの電荷質量比に従って変わる軌道において、イオンビーム14からイオンを偏向させるために、ビーム経路を横断する磁界を与えるように操作する。ビーム

50

経路に沿う所望質量の個々のイオンを指向させる磁界による力を介してイオンが進行し、更に、そのイオンは、ビーム経路から不必要な質量のイオンを偏向させる。

【0026】

ビームライン11は、さらに、リボンビームに関連するエネルギーを変更するために制御可能でかつ選択的に操作される減速モジュール26を含むことができる。例えば、リボンビームエネルギーにおいて、実質的な変更がない中間エネルギーでは、この減速モジュールは、リボンビームが実質的に変化しないで通過できるようにする。また代わりに、低いエネルギー利用（半導体における浅い接合の形成の場合）では、リボンビームのエネルギーを減速させる必要がある。このような状況では、減速モジュール26は、減速により所望のエネルギーレベルにリボンビームのエネルギーを減少させるように操作可能である。

10

【0027】

ビームラインは、さらに、例えば、加工物にイオン注入する前に減速させる低エネルギーシステムで使用するために、偏向システム28を含んでいる。この偏向システム28は、ビームライン軸線からイオンビームを離すように偏向するための偏向電極等を含み、これにより、リボンビームから、エネルギー汚染物質として作用するかもしれない（偏向磁界による偏向のために失敗が生じる）中性粒子を取り除く。

【0028】

図1において、エンドステーション30は、ビームラインアセンブリ11から、質量分析されかつ実質的に汚染が除かれたイオンビーム14を受け入れるためにシステム10内に設けられる。エンドステーション30は、リボンビーム14を用いるイオン注入のため（しかし、偏向器28による元のビームライン軸線からオフセットされている）ビーム経路に沿って半導体ウエハ（図示略）等の1つ以上の加工物を支持する。このようなエンドステーションはバッチシステムに用いることを考慮しており、その場合、多数の加工物をリボンビーム経路に対して回転させ、あるいは、単一の加工物を処理するエンドステーションでは、単一の加工物をリボンビーム経路に対して走査するか、または加工物を横切る形で走査する。

20

【0029】

図2において、例示的な低エネルギーイオン注入機100は、本発明の種々の場合に適用できることをより詳細に説明する。イオン注入機100は、イオン源112、質量分析磁石114、ビームラインアセンブリ115、及びターゲット即ちエンドステーション116を有する。エンドステーション116をビームラインアセンブリ115に対して移動するためのベアーズアセンブリ118がエンドステーション116とビームラインアセンブリ115の間に接続される。図2は、超低エネルギー（ULE）イオン注入機を説明するものであるが、理解できるように、本発明は、他の種類のイオン注入機に対しても利用できる。

30

【0030】

イオン源112は、プラズマ室120及びイオン引出シアセンブリ122を含む。エネルギーは、プラズマ室120内のイオンを発生するためにイオン化可能なドーパントガスに付与される。本発明は、負のイオンがイオン源112によって発生するシステムに利用できるけれども、一般的に、正のイオンを発生させる。正のイオンは、プラズマ室120に設けたスリットを介してイオン引出シアセンブリ122によって引き出される。このアセンブリは、複数の電極127からなる。従って、イオン引出シアセンブリ122は、プラズマ室120から正のイオンのビーム128を引き出すように機能し、そして、質量分析磁石114内で引き出されたイオンを加速する。

40

【0031】

質量分析磁石114は、分析ハウジング123及びビーム中和器124を含むビームラインアセンブリ115に適切な電荷質量比のイオンのみを通過させるように機能する。質量分析器114は、側壁130を有するビームガイドによって定められる通路内に湾曲したビーム経路を含み、通路の脱気は、真空ポンプ131によって行われる。この経路12

50



9 に沿って伝播するイオンビーム 1 2 8 は、質量分析磁石 1 1 4 によって発生した磁界によって影響され、不適当な電荷質量比のイオンを除く。この双極子磁界の強さと方向は、磁石接続器 1 3 3 を介して磁石 1 1 4 の巻線を通る電流を調整する制御電子装置 1 3 2 によって制御される。

#### 【0032】

双極子磁界によって、イオンビーム 1 2 8 は、イオン源に近い第 1 すなわち入口軌道 1 3 4 から分析ハウジング 1 2 3 に近い第 2 すなわち出口軌道 1 3 5 に湾曲したビーム経路 1 2 9 に沿って移動する。イオンを含むビーム 1 2 8 の部分 1 2 8'、1 2 8" は、不適当な電荷質量比を有し、湾曲した軌道から離れて、アルミニウム製ビームガイド 1 3 0 の壁面内に入るように偏向される。このように、所望の電荷質量比を有するビーム 1 2 8 内のイオンのみが、磁石 1 1 4 から分析ハウジング 1 2 3 内に通過する。

10

#### 【0033】

分析ハウジング 1 2 3 は、端子電極 1 3 7、イオンビーム 1 2 8 を集中させるための静電レンズ 1 3 8、及びファラデーフラグ 1 4 2 等の線量測定指示器を含む。ビーム中和器 1 2 4 は、正に荷電したイオンビーム 1 2 8 によってイオン注入される結果として目標ウエハ上に蓄積される正の電界を通過するためのプラズマシャワー 1 4 5 を含む。ビーム中和器及び分析ハウジングは、真空ポンプ 1 4 3 によって脱気される。

#### 【0034】

ビーム中和器 1 2 4 の下流に、エンドステーション 1 1 6 が設けられ、このエンドステーションは、処理すべきウエハ等の加工物が取り付けられているディスク形状のウエハ支持体 1 4 4 を含む。ウエハ支持体 1 4 4 は、ほぼ垂直で、注入イオンビームの方向に指向したターゲット平面内に設けられる。エンドステーション 1 1 6 に配置される円形状のウエハ支持体 1 4 4 は、モータ 1 4 6 によって回転される。イオンビームは、ウエハが円形経路内を移動するように支持体に取り付けられたウエハに衝突する。エンドステーション 1 1 6 は、イオンビームの経路 1 6 4 とウエハ W との交点 1 6 2 の回りに旋回する。その結果、ターゲット平面は、この点で調整可能である。図 2 は、バッチ型の処理システムを示しているが、本発明は単一型の処理システムにも利用できることは理解されるであろう。

20

#### 【0035】

図 3 は、別のイオン注入システム 2 6 2、例えば、本発明の 1 つ以上の局面を実行するのに適当な中電流システムを説明する。このシステム 2 6 2 は、モジュラーガスボックス 2 6 4、補助ガスボックス 2 6 6、およびページ用遠隔制御パネルのガスボックス 2 6 8 を含む。ガスボックス 2 6 4、2 6 8 は、他のもの間で、ドーパント 1 つ以上のドーパント物質のガスを含み、また、これらのガスボックス 2 6 4、2 6 8 は、システム 2 6 2 内の寿命向上形イオン源 2 8 2 内にガスを選択的に配給する機能を有する。このガスは、システム 2 6 2 内に選択的に引き出されたウエハまたは加工物内にイオン注入するために適当なイオンを発生させるためにイオン化することができる。ガスボックス用の遠隔制御パネル 2 6 8 は、必要とされる、即ち、所望の主成分としてシステム 2 6 2 からガス或いは他の物質を換気または排気するのを容易にする。

30

#### 【0036】

高電圧のターミナル出力分配器 2 7 2 と高電圧分離変換器 2 7 4 が、他のもの間に設けられ、ガスからイオンを発生させるために、ドーパントガスにエネルギーを電氣的に励起及び分与する。イオンビーム引出しアセンブリ 2 7 6 は、イオン源 2 8 2 からイオンを引き出すために設けられ、質量分析磁石 2 8 0 を含むイオンをビームライン 2 7 8 において加速する。質量分析磁石 2 8 0 は、不適当な電荷質量比のイオンを分類して排除するように操作可能である。特に、質量分析磁石 2 8 0 は、不必要な質量電荷比のイオンを衝突させる湾曲した側壁を有するビームガイドを含み、質量分析磁石 2 8 0 の磁石によって発生される 1 つ以上の磁界によってビームガイドを通過してイオンを伝播させる。

40

#### 【0037】

コンポーネント 2 8 4 は、走査されるイオンビームの角度を制御するのを助けるために

50

設けることができる。しかし、この特徴は、リボン型ビームにとっては、不必要かもしれない。このコンポーネントは、他のものの中に、走査角度補正用レンズを含む。加速/減速用のコラム286は、イオンビーム内のイオンの速度および/または集中を制御及び調整する機能を有する。コンポーネント288は、最終エネルギーフィルター等の汚染粒子をろ過するように作用可能であり、このフィルターは、ウエハまたは加工物に遭遇する汚染粒子のエネルギーを和らげることができる。

#### 【0038】

ウエハまたは加工物290は、イオンを用いて選択的にイオン注入するためにエンドステーション室292内に載置される。機械的な走査駆動部294は、室292内のウエハを操作して、ウエハにイオンビームを選択的に当てる機能を有する。ウエハまたは加工物290は、例えば、1つ以上の機械式アームまたはロボットアーム297を含んでいるウエハハンドリングシステム296によって、エンドステーション室292内に移動される。

10

オペレータ操作盤298は、オペレータが、システム292の1つ以上のコンポーネントを選択的に制御することによって注入処理を調整することができる。最後に、出力分配ボックス299は、全体システム262に出力を供給するために設けられている。

#### 【0039】

図4は、イオン注入システム(例えば、図1の質量分析器12、図2の質量分析器114、または図3の質量分析器280)に用いるための本発明における1つの実施形態に従う、単純化した例示的な質量分析器のビームガイド300を示す。ビームガイド300は、それぞれがビーム経路308に沿う内側及び外側の弓形状の頂部壁及び底部壁によって定められる弓形状の長手方向通路302を有する。このビームガイド300は、入口端部310から出口端部312に、例えば、約135°の弓状角度で、経路308に沿って長手方向に延びている。ビームガイド300は、さらに、一对のコイル(図4には図示されていない)を含む質量分析磁石を含み、経路308に沿う出口端部312に、選択された電荷質量比のイオンが到達できる通り302内に双極子磁界を与える。

20

#### 【0040】

図4において、さらに、本発明の質量分析器300は、分析器の入口端310および/または出口端312にそれぞれ近接配置された1つ以上のフィールドクランプ314, 316を含む。このフィールドクランプ314, 316は、通路内の双極子磁界に関連するほぼ終端する漏れ磁界に対して操作される。その結果、このような漏れ磁界は、有効に短絡され、そして、入口端310及び出口端312の外側に伸びるこのような磁界が実質的に減少される。漏れ磁界におけるこのような減少は、以下で十分理解できるように、リボンビームひずみを減少させる。

30

#### 【0041】

図5において、図4の質量分析器300に関連する磁界を説明するための図面330が示されている。ここで、「Z」は、通路302内のビーム経路308に沿うイオンビームの方向を表わし、「BY」は、双極子磁界の発生のために用いられるコイルから乗じる磁界の絶対値を表わす。質量分析器300内の入口端310と出口端312との間で、磁界がほぼ均一であることに注目してほしい。しかし、入口端310前方の領域332及び出口端312の後方の領域において、磁界は、経路308に沿って減衰し、勾配 $dBy/dz$ を含んでいる。ここで、勾配は、磁界をほぼ無視してよい程度の距離336, 338の関数である。この減衰磁界は、漏れ磁界である。質量分析器内の双極子磁界に関連する漏れ磁界は、ビームひずみの原因であり、さらに、このような漏れ磁界は、無視しても良いけれども、このような漏れ磁界がリボンビームひずみに与える影響は、本発明に従って実質的に減少させることができることは、本発明の発明者が認めている。

40

#### 【0042】

本発明によって評価できるように、マックスウエル方程式は、勾配 $dBy/dz$ が、 $dBz/dy$ 磁場成分を引き起こす空間での磁場の変化であり、その結果、漏れ磁界は、横断する非均一な成分を有する。その結果、リボンビームがビーム経路308に沿って進行

50

するので、漏れ磁界は、図6で示すように、リボンビームの幅に沿ってまたはY方向にリボンビームを非均一に歪ませるように作用する。

#### 【0043】

それゆえ、質量分析器300の入口端310及び出口端312に近接するフィールドクランプ314, 316を用いることによって、漏れ磁界の広がりが減少される。例えば、図4及び図7に関して、フィールドクランプ314, 316が入口端及び出口端からそれぞれ離れた距離340a, 340bに位置する場合、そして、このような距離340a, 340bが、漏れ磁界を減衰させる(図7参照)距離336, 338よりも短い場合、そのとき、ビームひずみは減少される。それゆえ、リボンビームが所定の平均速度で進行し、かつこれに関連する漏れ磁界を有する領域が減じられる場合(340a, 340b < 336, 338)、そのとき、ビームが漏れ磁界に晒される持続時間は、大いに減少される。その結果、ビームひずみを減少し、さらにビームの幅に沿って均一となるようにビームを改善する。従って、距離340a, 340bは、できるだけ小さくなるように作られ、このような距離は、フィールドクランプ材料の飽和によって制限される。こうして、フィールドクランプは、このフィールドクランプが飽和することなく、質量分析器の入口端と出口端にできるだけ密接して配置される。理解できるように、このような距離は、質量分析器内の磁界の強さとともに、フィールドクランプに用いられる材料に基づいて変更することができる。

10

#### 【0044】

図8～図11Bにおいて、質量分析器システム400が図示されており、このシステムは、リボン型イオンビームを質量分析するように構成されている。1つの例では、リボンビームは、上述のイオン源等のイオン源から受け取られる。本実施形態の質量分析器400は、300mm半導体ウエハのためのリボンビームを質量分析するように構成されている。このため、リボンビームは、約400mmの幅を有し、質量分析器は、約600mmの幅を備えている。

20

#### 【0045】

本実施形態の質量分析器400一对のコイル402を含み、この第1コイル(すなわち、図示の方向では、頂部コイル402a)は、コイル間にビーム径路404を備えるとともに入口端403a及び出口端403bをそれぞれ貫通して伸びる第2コイル(すなわち、底部コイル)402b上に位置する。各コイル402は、少なくともリボンビームである限り幅方向406に伸び、更に好ましくは、リボンビーム幅よりも更に遠くにあることが望ましい。図9及び図11A～図11Bにおいて、各コイル402は、そのまわりを包む1つ以上の導体を有する弓形状のヨーク408を含み、このヨークは、例えば、ヨークの弓形状に沿う長手方向にかつビーム径路404にほぼ平行となっている。コイル402を通過する電流により、双極子磁界410は、リボンビームの伝播の方向にほぼ直交する方向にあるコイルの間にあるギャップ412において生じる(このリボンビーム弓形状のビーム径路404にほぼ一致している)。

30

#### 【0046】

図8及び図9において、横方向に伸びるコイル402は、質量分析器400の横方向に対応する側壁414を形成する。弓形状に伸びて電氣的に絶縁された側壁420が、一方の側壁414aに配置されかつコイル402及び402b間に配置されている。側壁420上には、2つの弓状に伸びる導体セグメント422a, 422bがある。セグメント422は、それ自身導体であるが、これらのセグメントは、互いに電氣的に分離されている。各セグメント422上には、弓形状径路に沿って長手方向に伸びる複数の電極424a, 424bが配置される。これらの電極424は連結されている。電極424は、それぞれのセグメント422を介して電氣的に一体に接続される複数の分離した要素として説明されているが、各電極424は、他の形状と同様に単一の弓形状に伸びる導電要素として構成することもできる。このような変形例は、本発明の範囲内に組み入れることができると考えられる。

40

#### 【0047】

50

電極 4 2 4 a、4 2 4 b は、R F 電源等の電源(図示略)に接続され、バイアス時に、電極 4 2 4 a、4 2 4 b 間に、ビーム径路 4 0 4 に対して垂直方向の電界を形成する。1つの例では、電極 4 2 4 は、ギャップ 4 1 2 内の双極子磁界 4 1 0 (電界に垂直である)に関連して使用することができ、マグネトロン構造と同様な電子捕捉領域を作り出す。上述したように、移動する電子は、イオン化のためにガス(残留するソースガスまたはキセノン等の入力源ガス)に衝突してプラズマを発生する。

#### 【0048】

本発明の別の構成によれば、電極 4 2 4 は、磁石(図9参照)であり、各磁石 4 2 4 は、互いに関連するN極とS極を有する。例えば、拡張領域 4 2 3 内の第1導電セグメント 4 2 2 a において、各磁石は、整列した磁極を有し、他方の第2導電セグメント 4 2 2 b 上の磁石 4 2 4 b に対して、内側の各磁極面にN極を、また、他の磁石 4 2 4 b から離れる外側の各磁極面にS極を有する。さらに、第2導電セグメント 4 2 2 b において、磁石は、第1導電セグメントと同様に整列した磁極を有するが、各磁石 4 2 4 b のN極は、第1導電セグメント 4 2 2 a 上の磁石 4 2 4 a に対して、内側に配置され、または、磁石 4 2 4 a から離れた外側にS極が配置されている。このような形状配置により、磁石は、マルチカプス磁石として作用して、ビーム径路 4 0 4 の方向に弓形通路内に伸びるマルチカプス磁界を発生する。1つの形状が図9に示されているが、磁石の磁極の方向が逆転するように配置することもでき、S極を内側で対面させ、N極を外側で対面するように構成することもでき、このような変更は、本発明の範囲内と考えられる。

#### 【0049】

磁石 4 2 4 によって発生されるマルチカプス磁界は、電極 4 2 4 によって生じる電界に垂直である部分を有する。磁石として電極を用いかつ磁界発生器としてマルチカプス磁界を用いることによって、マルチカプス磁界は、理解できるように、双極子磁界 4 1 0 の質量分析に影響を与えることなく、イオン源効率を最大化するように調整することができる。さらに、磁石として電極を用いることにより、(電界発生器及び磁界発生器の両方の構造が同一であるため)設計が簡単になる。

#### 【0050】

質量分析器 4 0 0 内で発生したプラズマは、容易に、双極子磁界 4 1 0 に関連した磁界ライン等の磁界ラインに沿って進み、図9では、図面を貫く方向でリボンビームに垂直な向きに進む。こうして、発生したプラズマは、比較的均一に弓状径路に沿って形成され、双極子磁界ラインに沿ってビームガイドの幅 4 0 6 を横切って容易に拡散でき、リボンビームの幅に対して横切るほぼ均一なプラズマを供給する。この結果、リボンビームの空間電荷中和を、リボンビームの幅を横切って均一に有効に発生させることができる。

#### 【0051】

図8及び図10において、第1側壁 4 1 4 a からビームガイド 4 0 0 の対向側において、電氣的に絶縁される第2側壁 4 1 4 b は、第1、第2コイル 4 0 2 a、4 0 2 b 間に伸びている。第2側壁 4 1 4 b は、複数の磁石 4 3 2 を有する弓状の伸びるセグメント 4 3 0 を含む。磁石 4 3 2 は、セグメント 4 3 0 に沿って構造的に配置され、その結果、磁石は、第1側壁 4 2 0 上のセグメント 4 2 2 の磁石 4 2 4 に関して約 90° だけ回転される。さらに、磁石 4 3 2 は、図10に図示するように、1つの磁石のN極が、隣接するS極に向かうように配置されている。磁石 4 2 4 に対して回転する磁石 4 3 2 の第2組を有することにより、対応側壁上のマルチカプス磁界の位相を変えることができる。プラズマが磁石 4 3 2 を用いて形成されるマルチカプス磁界の方向に双極子磁界ライン 4 1 0 に沿うリボンビームを横切って拡散するとき、対向側壁間の位相変動によって、フォーミングからのデッドゾーンに不均一なプラズマが起こるのを防止または和らげる。

#### 【0052】

図8～図11Bに関して、一对のフィールドクランプ 4 5 0 a、4 5 0 b は、質量分析器の入口端 4 0 3 a 及び出口端 4 0 3 b の近くに配置される。フィールドクランプ 4 5 0 は、強磁性材料、例えば、鉄からなり、漏れ磁界を実質的に終端させ、フィールドクラン

10

20

30

40

50

ブを越えて伸びる漏れ磁界を防止するように操作される。本発明の例では、フィールドクランプ450は、質量分析器400およびリボンビームの幅方向406に沿って伸びる鉄部材またはアイアンバーを含み、この結果、漏れ磁界がビームの幅に沿って均一に終端する。各端部に位置するフィールドクランプ450は、フィールドクランプのブラケット454を介する所定の距離452を置いて互いに分離され、ビームがこのブラケットを貫通することができる。代わりに、フィールドクランプ450は、馬蹄形からなり、この部分は、幅406を横切って伸びかつ一方または両方の側壁部分と一緒に接続されている。フィールドクランプは、どのような構造であってもよく、このような構造は、本発明の範囲内にあるものと考えられる。

#### 【0053】

図12Aおよび図12Bにおいて、本発明の質量分析器は、更に、双極子磁界用の主コイル(402a、402b)および漏れ磁界による歪減少用のフィールドクランプを用いることに加えて、さらに、検出されるまたは予想されるビームひずみを補正するため、副コイルの1つ以上の組を設けることもできる。例えば、図12Aに示すように、出口端403b側から見たフィールドクランプなしの質量分析器400の単純化した図が与えられている。この質量分析器は、図8～図10における方向に対して90°回転させたもので、第1、第2コイル402a、402bを有するヨーク408を含み、ビーム径路404とギャップ412の頂部と底部を定める。主コイル402a、402bは、ギャップ412内の双極子磁界を発生させるのに使用される。

#### 【0054】

上述したように、フィールドクランプ(図示略)は、質量分析器の入口端と出口端から生じる漏れ磁界の拡張を減少させる。このフィールドクランプは、ビームの幅に沿うビームひずみを減少させかつビームの均一性を改善するように操作される。しかし、付加的なビームの均一性を更に望む場合、ビームの均一性を得るために加工物の位置で検出かつ分析されなければならない。たとえば、コントローラ(図示略)を介してフィードバックさせる、或いは、副コイル480の組に対して、リボンビームの遠方端に対応する質量分析器400の側壁に沿って設けなければならない。好ましくは、対向側壁上のコイル480a、480bは、コイル402a、402bから分離して制御される。特に、コイル402a、402bは、電流の差によって四極子磁界成分が生じるように独立して制御されなければならない。このような場合、コイル480a、480bは、磁気フレーム内の全電流循環製品(current-turns product)が存在しないように制御される。この例における状態は、コア材料内の磁束密度が過度にならないようにすることが必要である。好ましい実施形態では、コイル480a、480bは、コイル402a、402bと同一の巻数に巻かれる。単純な電源接続を用いて磁束がない状態を容易にする。

#### 【0055】

図12Bに示すように、別の実施形態では、副コイルの別の組は、主コイル402a、402b上に重畳される副コイルの上方組と下方組484a、484b及び486a、486bから構成することができる。この配列では、加工物の位置またはその近くで検知されたビームに基づく双極子磁界の修正を提供するため、各コイルが独立に制御可能となる補正を与えることができる自由度がある。

#### 【0056】

本発明の他の実施形態によれば、リボンビームを質量分析する方法が、図13に図示するように、参照番号500で構成されている。この方法500は、一連の動作または事象として以下に図解され記載されているが、本発明は、このような動作または事象の順序に限定されるものではない。例えば、いくつかの動作は、ここで図示されたものから離れた動作または事象を備えており、本発明の1つ以上の構成に従って、異なる順序および/または同時並列で起こることが可能である。さらに、本発明の従う方法を実行するために、必ずしも例示されたステップを必要とするわけではない。さらに、本発明に従う方法は、ここで図示されかつ記載された構造の形式および/または処理手順に関連して実行することも、または図示されていない他の構造に関連して実行することも共に可能である。

10

20

30

40

50

## 【0057】

この方法500は、ステップ502において、リボンビーム型の質量分析器における双極子磁界を発生すること、例えば、上述したように一对のコイルを励磁することより始まる。双極子磁界は、リボンビームの質量分析器用の所定の弓状径路に沿うリボンビーム内の選択されたイオンを偏向するのに使用される。ステップ504では、双極子磁界に関連する漏れ磁界が、質量分析器に近接してクランプされる。1つの例では、この漏れ磁界のクランプ操作は、質量分析器の入口端と出口端の一方または両方でフィールドクランプを配置することを含んでおり、フィールドクランプと質量分析器との間の距離は、クランプの飽和なしにできるだけ短く作られる。その結果、質量分析器の入口端と出口端から生じる漏れ磁界は、これらの入口端と出口端の近くでクランプされ、これにより、このような磁界が広がる程度を減少させる。その結果、漏れ磁界を通過するリボンビームは、実質的に減少した時間に対して、このようなひずみを発生する磁界に晒される。これにより、リボンビームに対するひずみの量を減少させる。

10

## 【0058】

ステップ506では、リボンビームは、漏れ磁界をクランプ操作するために使用する質量分析器から排出されて、加工物の位置またはその近くで検出される。例えば、1つ以上のファラデーカップまたは他の形式の検出機構を用いて、リボンビームを検出し、リボンビームの幅及びこれに関連するビームの均一性を検知するために使用することができる。方法500は、更に続き、ステップ508では、必要ならば、質量分析器に関連する1つ以上の副コイルが、リボンビームの均一性に基づいて、補正のために選択的に励起および/または制御される。例えば、図12Aおよび図12Bに関して上述した要旨のように、1つ以上の副コイルが、励起され、そして、リボンビームの幅を横切るビームの検出された不均一性を補正するために、電流を独立して変化させる。この方法により、ビームの均一性の改善が、リボン型イオンビームに対して達成される。

20

## 【0059】

本発明を或る実施形態に関して図示しかつ説明してきたが、この明細書と添付された図面とを読んで理解すると他の当業者にも同等の変更や修正が行われるものと理解されよう。特に上述の構成要素（アセンブリ、装置、回路、システム等）によって実行される種々の機能に関して、そのような構成要素を説明するのに使用される用語（「手段」に対する参照を含めて）は、他に表示されていないならば、たとえ開示された構成に構造的に同等でなくても本発明のここで図示された例示的实施においてその機能を果たせば、説明された構成要素の特定された機能を実行する（即ち、機能的に同等である）いずれかの構成要素に相当するものと意図されている。これに関して、本発明は、種々の方向におけるステップを実行するために、コンピュータで実行可能な命令を有するコンピュータで読取可能な媒体を含んでいることも理解できよう。

30

## 【0060】

更に、本発明の特定の特徴が幾つかの実施の内のただ一つに対して開示されてきたが、そのような特徴は、いずれかの或る又は特定の用途にとって望ましくかつ有利な他の実施形態における一つ以上の特徴と組み合わせられ得るものである。更に、「含む」、「含んでいる」、「有する」、「有している」及びそれらの変形が詳細な説明が特許請求の範囲のいずれかで使用されている限り、これらの用語は、用語の『構成されている』と同様に内包的であると理解すべきである。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0061】

【図1】本発明に従うイオン注入システムの例示的な構成要素を説明するための概略ブロック図である。

【図2】本発明の種々の場面で実行される低エネルギー型のイオン注入システムの概略図である。

【図3】本発明の種々の場面で実行される中電流型のイオン注入システムの概略図である。

50



【 図 3 】

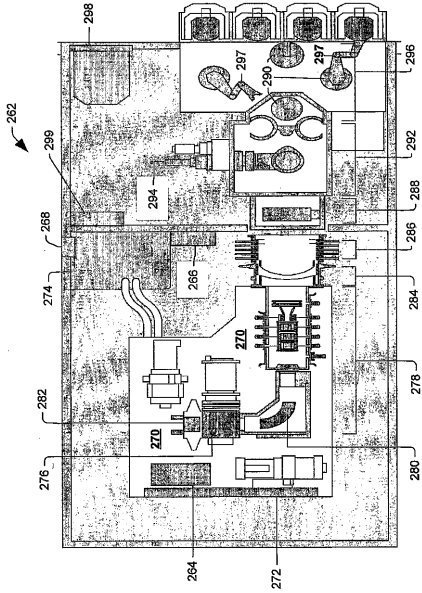


FIG. 3

【 図 4 】

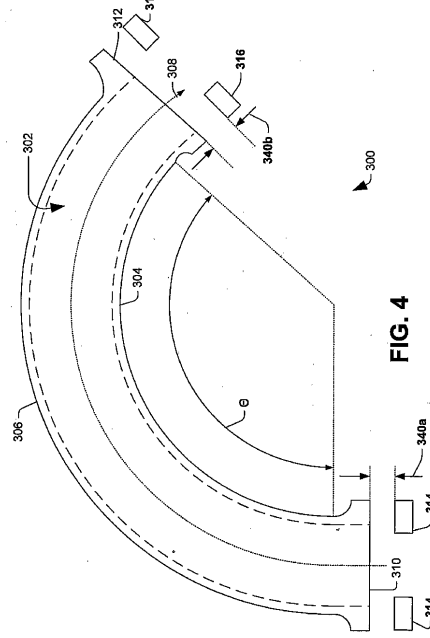


FIG. 4

【 図 5 】

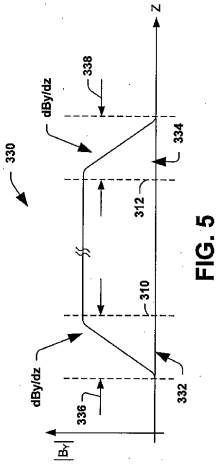


FIG. 5

【 図 6 】

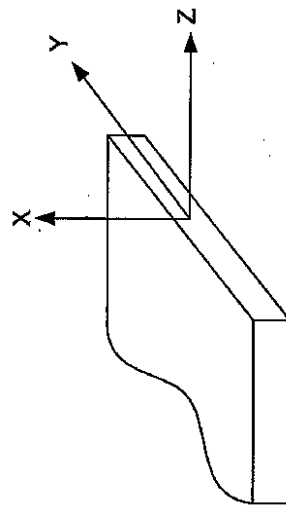


FIG. 6



【 図 7 】

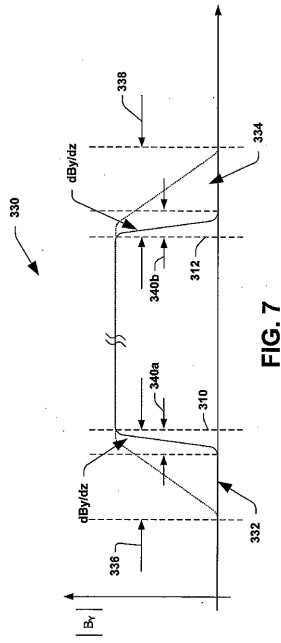


FIG. 7

【 図 8 】

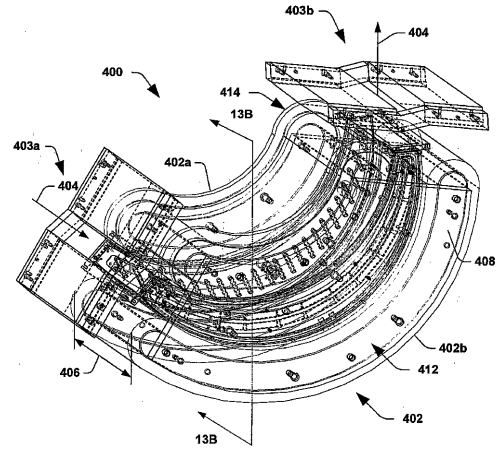


FIG. 8

【 図 9 】

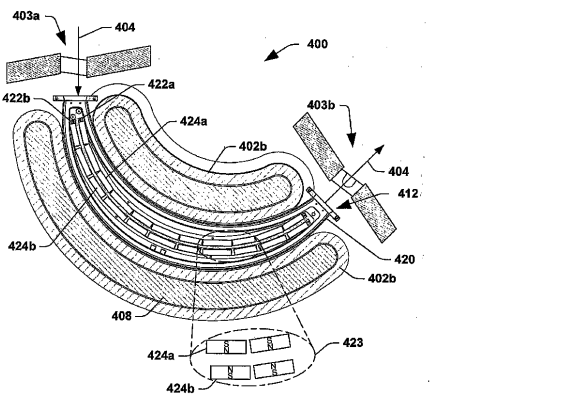


FIG. 9

【 図 10 】

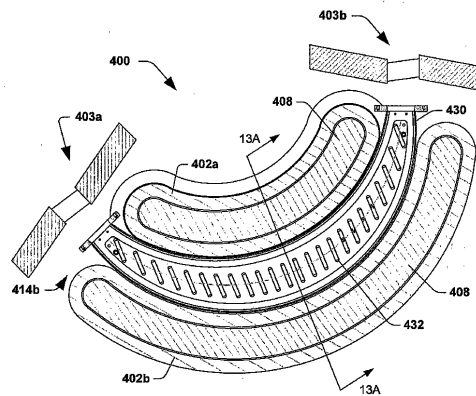


FIG. 10

【 図 11 A 】

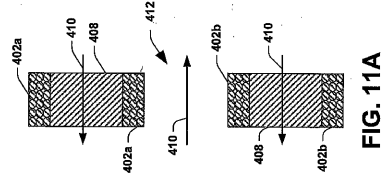


FIG. 11A

【 図 11 B 】

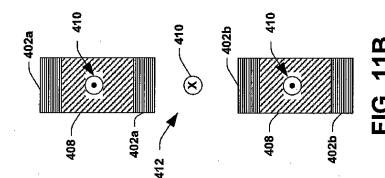


FIG. 11B

【 図 1 2 A 】

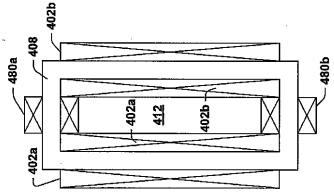


FIG. 12A

【 図 1 2 B 】

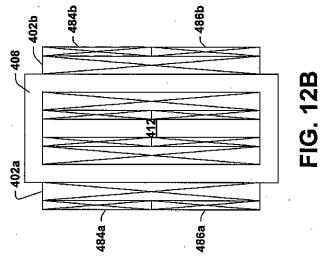
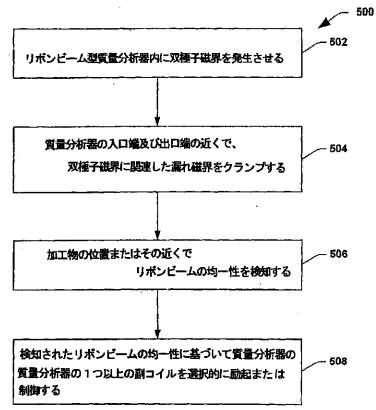


FIG. 12B

【 図 1 3 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		US2004/015058
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC 7 H01J37/317 H01J37/05 H01J37/153		
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)		
IPC 7 H01J H01L		
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, INSPEC, PAJ		
<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	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0123 0123, no. 89 89 (E-669 6), & JP 63 131448 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 3 June 1988 (1988-06-03)	10-15
A	abstract	1-9, 16-25
A	US 6 403 967 B1 (ANTONISSEN ERIC HENRY JON ET AL) 11 June 2002 (2002-06-11) column 1, line 38 - line 52	1-25
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
26 October 2004		11/11/2004
Name and mailing address of the ISA 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		Authorized officer  Oestreich, S

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

US2004/015058

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CREWE A V ET AL: "A high resolution electron spectrometer for use in transmission scanning electron microscopy" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS USA, vol. 42, no. 4, 1971, pages 411-420, XP002302670 ISSN: 0034-6748 page 413, paragraph II - page 414	1-25
A	EP 0 218 921 A (ZEISS CARL FA) 22 April 1987 (1987-04-22) page 3, paragraph 5	1-25
A	US 5 508 515 A (ENGE HARALD A) 16 April 1996 (1996-04-16) column 3, line 53 - line 54	1-25
A	US 5 834 786 A (SIERADZKI MANNY ET AL) 10 November 1998 (1998-11-10) column 3, line 19 - line 20	1-25
A	US 5 481 116 A (GLAVISH HILTON F ET AL) 2 January 1996 (1996-01-02) column 4, lines 13,51,52	1-25

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US2004/015058

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 63131448	A	03-06-1988	NONE
US 6403967	B1	11-06-2002	NONE
EP 0218921	A	22-04-1987	DE 3532698 A1 26-03-1987 DE 3689402 D1 27-01-1994 EP 0218921 A2 22-04-1987 JP 2674988 B2 12-11-1997 JP 62069456 A 30-03-1987 US 4760261 A 26-07-1988
US 5508515	A	16-04-1996	NONE
US 5834786	A	10-11-1998	EP 0922294 A1 16-06-1999 JP 2000505234 T 25-04-2000 WO 9802900 A1 22-01-1998
US 5481116	A	02-01-1996	WO 9534908 A1 21-12-1995

## 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

(74) 代理人 100131141

弁理士 小宮 知明

(72) 発明者 ベンベニステ、ピクター

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01930 グローセスター ハーバー ハイツ 8

(72) 発明者 ハーング、ヤングツハング

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01932 ハミルトン リッカー サークル 5

Fターム(参考) 5C034 CC02