

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5196357号
(P5196357)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 J 37/08 (2006.01)

H O 1 J 37/08

H O 1 J 27/02 (2006.01)

H O 1 J 27/02

H O 1 J 37/317 (2006.01)

H O 1 J 37/317

Z

H O 1 J 37/18 (2006.01)

H O 1 J 37/18

H O 1 L 21/265 (2006.01)

H O 1 L 21/265

T

請求項の数 17 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-536483 (P2009-536483)
 (86) (22) 出願日 平成19年11月8日(2007.11.8)
 (65) 公表番号 特表2010-509737 (P2010-509737A)
 (43) 公表日 平成22年3月25日(2010.3.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/084114
 (87) 国際公開番号 W02008/058246
 (87) 国際公開日 平成20年5月15日(2008.5.15)
 審査請求日 平成22年10月28日(2010.10.28)
 (31) 優先権主張番号 60/857,954
 (32) 優先日 平成18年11月8日(2006.11.8)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 11/866,099
 (32) 優先日 平成19年10月2日(2007.10.2)
 (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・アソシエーツ・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
 (73) 特許権者 509130169
 オルソン、ジョセフ、シー、
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0
 1915、ペバリー、ミーティング プレ
 イス サークル 5
 (74) 代理人 110000877
 龍華国際特許業務法人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デュアルポンプモードを有するイオン注入装置およびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生成されるイオンビームの種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御するイオン注入装置であって、

イオンビームの生成に用いられる複数の種を有するイオンビーム源ハウジングと、

前記イオンビーム源ハウジングからガスを抜くポンプ部と、

前記イオンビームの生成に用いられる複数の種のうちの一種に対応するポンプパラメータに従い、前記ポンプ部を制御するコントローラと、
 を備えるイオン注入装置。

【請求項2】

前記イオンビーム源ハウジング内の圧力に対応する電気圧力信号を生成する圧力測定ユニットをさらに備え、

前記コントローラは、前記電気圧力信号に基づき、前記ポンプ部の動作を調整する、請求項1に記載のイオン注入装置。

【請求項3】

前記圧力測定ユニットは、前記イオンビーム源ハウジング内の全圧を測定する、請求項2に記載のイオン注入装置。

【請求項4】

前記圧力測定ユニットは、前記イオンビーム源ハウジング内の1つ以上の気体成分の分圧を測定する、請求項2に記載のイオン注入装置。

【請求項 5】

生成される前記イオンビームのビーム電流に対応する電気ビーム電流信号を生成するビーム電流測定ユニットをさらに備え、

前記コントローラは、前記電気ビーム電流信号に基づき、前記ポンプ部の動作を調整する、請求項 1 に記載のイオン注入装置。

【請求項 6】

前記複数の種は、分子種と原子種とを少なくとも含む、請求項 1 に記載のイオン注入装置。

【請求項 7】

前記コントローラは、イオンビームの生成に用いられる前記種を他の種に切り替えることを示す信号を受信すると、前記他の種に対応するポンプパラメータに従い、前記ポンプ部を制御する、請求項 1 に記載のイオン注入装置。

10

【請求項 8】

前記コントローラは、ポンプ速度、バラストガスの追加、および、可変弁のうちのいくつでも調整することにより、前記ポンプ部を制御する、請求項 1 に記載のイオン注入装置。

【請求項 9】

生成されるイオンビームの種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御する方法であって、

イオンビーム源ハウジング内の複数の種のうちの一種を用いてイオンビームを生成する段階と、

20

ポンプ部を用い、前記イオンビーム源ハウジングからガスを抜く段階と、

前記イオンビームの生成に用いられる複数の種のうちの前記一種に対応するポンプパラメータに従い、前記ポンプ部を制御する段階と、

を備える方法。

【請求項 10】

前記イオンビーム源ハウジング内の圧力に対応する電気圧力信号を、圧力測定ユニットにより生成する段階をさらに備え、

前記制御する段階は、前記電気圧力信号に基づき、前記ポンプ部の動作を調整する段階を含む、請求項 9 に記載の方法。

30

【請求項 11】

前記圧力測定ユニットは、前記イオンビーム源ハウジング内の全圧を測定する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記圧力測定ユニットは、前記イオンビーム源ハウジング内の 1 つ以上の気体成分の分圧を測定する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

生成される前記イオンビームのビーム電流に対応する電気ビーム電流信号を、ビーム電流測定ユニットにより生成する段階をさらに備え、

前記制御する段階は、前記電気ビーム電流信号に基づき、前記ポンプ部の動作を調整する段階を含む、請求項 9 に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記複数の種は、分子種と原子種とを少なくとも含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 15】

前記制御する段階は、イオンビームの生成に用いられる前記種を他の種に切り替えることを示す信号を受信すると、前記他の種に対応するポンプパラメータに従い、前記ポンプ部を制御する段階を含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 16】

前記制御する段階は、ポンプ速度、バラストガスの追加、および、可変弁のうちのいくつでも調整することにより、前記ポンプ部を制御する段階を含む、請求項 9 に記載の方法

50

。

【請求項 17】

請求項 9 から 16 の何れか 1 項に記載の方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2006年11月8日に出願された米国特許仮出願第60/857,954号の優先権を主張し、その内容すべてをここに組み込む。

【技術分野】

10

【0002】

本開示は、概して半導体製造に関し、より詳しくは、原子または分子イオンビームの生成に用いられるデュアルポンプモードを有するイオン注入装置に関する。

【背景技術】

【0003】

イオン注入は、半導体ウェハのような材料にドーパントを導入する伝統的な技術である。ドーパントが材料に注入されることにより、所望の導電領域が形成される。このようにドーパントが注入された領域は、結果として生じるデバイス（半導体デバイスなど）におけるアクティブ領域となりうる。通常、ソース供給ガスは、イオン注入中に、イオン源でイオン化される。当該イオン源からイオンが発せられ、選択されたエネルギーまで加速してイオンビームとなりうる。イオンビームは、材料の表面に向けて発せられ、衝突したイオンがバルク材料内に浸透し、材料の導電性を高めるドーパントとして機能する。

20

【0004】

従来のイオン源は、特定の注入条件の下での制限を有する場合がある。例えば、超浅接合深さを有する注入領域を形成する注入プロセスでは、低抽出エネルギーおよび/または高ビーム電流を用いてよいが、それだと従来のイオン源の動作は非効率になる可能性がある。原子注入に従来用いられている標準的なイオン源でイオン化されうる分子は、同時係属の米国特許出願第11/342,183に開示されており、その内容すべては参照によりここに組み込まれる。

【0005】

30

上記に鑑み、現在のイオン注入技術に関連する重要な問題点および欠点が存在すること考えられよう。

【発明の概要】

【0006】

原子または分子イオンビームを生成するのに用いられるデュアルポンプモードを有するイオン注入装置およびその方法が開示される。特定の一実施形態においては、生成されるイオンビーム種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御するイオン注入装置が提供される。イオン注入装置は、イオンビームの生成に用いられる複数の種を有するイオンビーム源ハウジングと、イオンビーム源ハウジングからガスを抜くポンプ部と、イオンビームの生成に用いられる複数の種のうちの一種に対応するポンプパラメータに従い、ポンプ部を制御するコントローラと、を備える。

40

【0007】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、イオン注入装置は、イオンビーム源ハウジング内の圧力に対応する電気圧力信号を生成する圧力測定ユニットをさらに有してよく、この電気圧力信号に基づき、コントローラは、ポンプ部の動作を調整してよい。

【0008】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、圧力測定ユニットは、イオンビーム源ハウジング内の全圧を測定してよい。

【0009】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、圧力測定ユニットは、イオンビー

50

ム源ハウジング内の1つ以上の気体成分の分圧を測定してよい。

【0010】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、イオン注入装置は、生成されるイオンビームのビーム電流に対応する電気ビーム電流信号を生成するビーム電流測定ユニットをさらに備えてよく、この電気ビーム電流信号に基づき、コントローラは、ポンプ部の動作を調整してよい。

【0011】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、複数の種は、分子種と原子種とを少なくとも含んでよい。

【0012】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、コントローラは、イオンビームの生成に用いられる種を他の種に切り替えることを示す信号を受信すると、当該他の種に対応するポンプパラメータに従い、ポンプ部を制御してよい。

【0013】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、コントローラは、ポンプ速度、バラストガスの追加、および、可変弁のうちのいくつでも調整することによってポンプ部を制御してよい。

【0014】

他の特定の例示的实施形態では、生成されるイオンビーム種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御する方法が提供される。方法は、イオンビーム源ハウジング内の複数の種のうちの一種を用いてイオンビームを生成する段階と、ポンプ部を用いて、イオンビーム源ハウジング内からガスを抜く段階と、イオンビームの生成に用いられる複数の種のうちの一種に対応するポンプパラメータに従い、ポンプ部を制御する段階と、を備える。

【0015】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、方法は、圧力測定ユニットにより、イオンビーム源ハウジング内の圧力に対応する電気圧力信号を生成する段階をさらに備えてよく、この電気圧力信号に基づき、コントローラは、ポンプ部の動作を調整してよい。

【0016】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、圧力測定ユニットは、イオンビーム源ハウジング内の全圧を測定してよい。

【0017】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、圧力測定ユニットは、イオンビーム源ハウジング内の1つ以上の気体成分の分圧を測定してよい。

【0018】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、方法は、生成されるイオンビームのビーム電流に対応する電気ビーム電流信号を、ビーム電流測定ユニットによって生成する段階をさらに備えてよく、この電気ビーム電流信号に基づき、コントローラは、ポンプ部の動作を調整してよい。

【0019】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、複数の種は、分子種と原子種とを少なくとも含んでよい。

【0020】

この特定の例示的实施形態のさらなる側面によれば、コントローラは、イオンビームの生成に用いられる種を他の種に切り替えることを示す信号を受信すると、当該他の種に対応するポンプパラメータに従い、ポンプ部を制御してよい。

【0021】

この特定の例示的实施形態の他の側面によれば、コントローラは、ポンプ速度、バラストガスの追加、および、可変弁のうちのいくつでも調整することによってポンプ部を制御してよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

他の特定の例示的实施形態では、複数の命令を含むコンピュータプログラムを格納する少なくとも1つのプロセッサ可読キャリアであって、命令は、少なくとも1つのプロセッサによって読み取られることにより、少なくとも1つのプロセッサに、生成されるイオンビーム種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御する方法を実行するコンピュータプロセスを実行させる、プロセッサ可読キャリアが提供される。

【 0 0 2 3 】

以下に、添付の図面に示されるような例示的实施形態に関連して本開示をより詳細に説明する。本開示は、例示的实施形態に関連して以下に説明されるが、これに限定されないことを理解されたい。本願明細書中の教示を利用できる当業者であれば、さらなる実装、修正、実施形態、ならびに他の用途もここに記載される本開示の範囲内であり、本開示が重要な有用性を有することを理解できよう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

本開示の理解をより深めるべく、添付の図面への参照がなされる。同様の構成要素には同様の参照番号が付される。これらの図面は、本開示を制限するものではなく、単なる例に過ぎないと解釈されたい。

【 0 0 2 5 】

【図1】本開示の一実施例におけるビームラインイオン注入装置のブロック図である。

【 0 0 2 6 】

【図2】図1のイオン源のブロック図である。

【 0 0 2 7 】

【図3】図2のイオン源と一致する一実施形態のブロック図である。

【 0 0 2 8 】

【図4】本開示の一実施形態におけるデュアルポンプ技術の一実施形態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

図1を参照すると、本開示の一実施形態におけるビームラインイオン注入装置のブロック図が示されている。ビームラインイオン注入装置100は、イオンビームシステム102と、エンドステーション170と、コントローラ120と、ユーザインターフェースシステム122とを備える。イオンビームシステム102は、イオンビームを生成するイオン源103、および、イオンビーム104をエンドステーション170内に配置された基板110のターゲット表面108に向ける他の構成要素およびシステムを有する。イオンビーム104は、ビームの動き、基板の動き、または、それらの任意の組合せによって基板110のターゲット表面108に分散されてよい。

【 0 0 3 0 】

イオンビームシステム102は、さまざまなタイプの構成要素およびシステムを有し、所望の特性を有するイオンビーム104を生成して導くことができる。イオンビーム104は、スポットビームまたはリボンビームであってよい。スポットビームは、一例では略円形でありうる不規則な断面形状を有してよい。スポットビームは、スキャナによって走査されない固定のまたは動かないスポットビームであってよい。あるいは、スポットビームは、スキャナによって走査されることにより、走査イオンビームを提供してもよい。リボンビームは、幅/高さのアスペクト比が大きく、基板110と少なくとも同じ幅であってよい。イオンビーム104は、例えば、基板110の注入に用いられる高エネルギーイオンビームようないかなるタイプの荷電粒子線であってよい。

【 0 0 3 1 】

エンドステーション170は、所望の種のイオンが基板110に注入されるように、イオンビーム104の経路内で1つ以上の基板に支持されてよい。基板110は、プラテン112によって支持され、静電基板クランプのような既知の技術によりプラテン112に

10

20

30

40

50

固定されてよい。基板 110 は、一般的なディスク形状のようなさまざまな物理的形状をとってよい。基板 110 は、イオンビーム 104 を用いて注入される、シリコンまたは他のいかなる材料のようなあらゆるタイプの半導体材料から作製される半導体基板であってよい。

【0032】

エンドステーション 170 は、基板 110 を保持領域からプラテン 112 に対して物理的に往復移動させる基板駆動システム（図示せず）を有してよい。エンドステーション 170 は、プラテン 112 を駆動することにより、プラテン 112 に固定されている基板 110 を所望の方法で駆動させる駆動機構 116 も有してよい。

【0033】

コントローラ 120 は、ビームラインイオン注入装置 100 のさまざまなシステムおよび構成要素から入力データおよび命令を受け取り、当該構成要素およびシステムを制御する出力信号を提供してよい。コントローラ 120 は、所望の入出力機能を実行するようプログラムされうる汎用コンピュータまたは汎用コンピュータのネットワークであってもよいし、あるいは、それを有してもよい。コントローラ 120 は、プロセッサ 130 および機械可読媒体 132 を有してよい。プロセッサ 130 は、例えば、インテル社から購入できる既知の技術の 1 つ以上のプロセッサを含んでよい。機械可読媒体 132 は、例えば、RAM（ランダムアクセスメモリ）、DRAM（ダイナミック RAM）、磁気ディスク（フロッピーディスクおよびハードドライブなど）、光ディスク（CD-ROM など）、および/または、実行命令を格納することができる他のいかなるデバイスのような 1 つ以上の機械可読記憶媒体を含んでよい。コントローラ 120 は、特定用途向け集積回路のような他の電子回路または部品、他のハードワイヤードまたはプログラマブル電子デバイス、個別素子回路などを含んでよい。

【0034】

ユーザインターフェース 122 は、例えば、これらに限定されないが、タッチスクリーン、キーボード、ユーザポインティングデバイス、ディスプレイ、プリンタなど、ユーザがコマンドおよび/またはデータを入力し、および/または、コントローラ 120 を介してビームラインイオン注入装置 100 を監視できるようにするデバイスを含んでよい。

【0035】

高パービアンス、すなわち、低エネルギーでありかつ高ビーム電流を有するイオンビームは、空間電荷が蓄積するのが欠点であり、イオンビームにおける同符号荷電イオンが反発し合うことにより、ビームが膨張する。これによって、ビームライン内で輸送されうるビーム電流の大きさが制限される。同符号荷電イオンが陽イオンである場合、反発作用は、イオンビームに電子を導入することによって制御できる。電子における陰電荷は、陽イオンの反発作用と反対に作用する。イオンビームのイオンが真空内に存在するバックグラウンドガスと衝突するときに電子構造を生じさせる方法がある。多くの場合、低エネルギービーム輸送効率は、バックグラウンドガスの圧力を上昇させて電子の生産量を増やすことによって高められる。しかしながら、圧力が高くなりすぎると、ビームイオンの一部は電荷の交換相互作用を受け、ビーム電流が失われる。ビーム輸送を最適化するための圧力を選択することができるのは既知の技術である。これは、ガスをイオン源 103 またはさらに下流から抽出した直後に領域内に導くことにより過去に実現されている。電子ビームおよびプラズマフラッドシステムによって導かれるガスおよびプラズマを用いてウェハ表面に形成される電荷を無効することにより、ビーム輸送を向上させることがよくある。

【0036】

分子ビームは低パービアンスを有してよく、すなわち、原子ビームより高エネルギーであり、低ビーム電流を有してよい。分子における複数の原子は、それらの原子質量に応じて分子の運動エネルギーを共有する。これは、低エネルギー原子ビームに相当する浅い注入を実現するには、分子ビームは高エネルギーで輸送されてよいことを意味する。分子は、対象種のいくつかの原子（例えばホウ素のようなドーパント種）を含んでよい。分子は、単一の荷電種として輸送されてよく、したがって、原子ビームにおける対象種のフラッ

10

20

30

40

50

クスと一致することが要求される分子ビーム電流は、分子における対象の原子数の比率だけでなく小さくてよい。高エネルギーでありかつ低電気ビーム電流での分子ビームの輸送は、空間電荷が解決すべきさほど重要な問題でないことを意味するのかもしれない。しかしながら、バックグラウンドガスとの衝突により生じる分子の分解は、原子ビームには存在しない重要な損失のメカニズムである。したがって、分子ビーム輸送のための最適な圧力は、原子ビームと同じでないほうがよい。

【0037】

イオン源アークチャンバ内の条件は、プロセスによって調整されてもよい。ウェハへの注入量を正確にすべく、ビーム電流強度を数パーセントだけ調整することを要求される場合もよくある。イオン源におけるイオン化特性は、たとえば、圧力（供給量）、アーク電圧、アーク電流（陰極放出を介した）、および、イオン源に付随する磁界のようなパラメータを変えることによって修正されてよい。分子イオンについては、これらのパラメータを変えても、ビーム電流を十分精密に制御できないことがわかっている。原子ビームの場合のように、アーク電圧、アーク電流、または、磁界を変えることによって、放電を消滅させてよい。分子は重量があるので、オープンを用いて固体から形成される傾向がある。オープンの温度を変更することによって供給量を制御してよい。これを供給量の効率的制御メカニズムとするには、オープンの温度を安定させるのにかかる時間が長すぎるかもしれない。イオンビーム源ハウジング内の圧力は、アークチャンバ内の圧力に影響を及ぼし、ひいてはソースプラズマにおけるイオン化効率に影響を及ぼす。したがって、分子ビーム電流は、イオンビーム源ハウジングの圧力を調整することによって制御されてよい。

【0038】

したがって、生成される種によって圧力を変えることができ、しかも圧力は生成されるビーム電流を制御するために継続的に変更することができる方法が要求される。

【0039】

図2は、図1のイオン源103をより詳細に示すブロック図である。イオン源103は、イオン源ハウジング206と、ポンプシステム202と、圧力センサ204と、コントローラ220とを備える。コントローラ220は、図1のコントローラ120であってもよいし、別のコントローラであってもよい。コントローラ220は、ポンプシステム202を操作してイオン源ハウジング206内を所望の圧力に維持する。

【0040】

コントローラ220は、ポンプシステム202を、原子イオンビームを生成する第1のポンプモードと、分子イオンビームを生成する第2のポンプモードとによって操作する。原子イオンビームの生成、または、分子イオンビームの生成を特定する初期レシピは、ユーザインターフェース122を介してユーザによって詳述されるか、または、コントローラ220に結合されるメモリからアクセスされてよい。コントローラ220は、使用されるソース供給材料に関連するポンプパラメータに従い、ポンプシステム202を操作してよい。それに応じて、コントローラ220は、ポンプシステム202が第1または第2のポンプモードで動作するように制御してよい。コントローラ220は、ビームライン注入装置の条件を変えることを示す異なるフィードバック信号に応じてよい。フィードバック信号は、イオン源ハウジングの圧力を詳述する圧力センサ204、および/または、一実施形態において既知であるファラデーセンサのようなビーム電流センサ224から供給されたものであってよい。ビーム電流センサ224からのフィードバック信号は、真空圧力を制御するコントローラ220によって利用されることにより、ビーム電流を最大にするか、または、それを制御された値に修正してよい。

【0041】

分子は、形成されると、多数のフラグメントに分解する。分解は、例えば、高温のイオン源アークチャンバ壁における熱分解、高温の蒸発器壁における熱分解、または、イオン源アークチャンバおよびイオン源ハウジング内の電子、イオン、または、原子との衝突が原因で起きる。フラグメントの大部分は水素でありうるが、これは、通常、さらに大質量のフラグメントよりポンピングすることが難しい場合がある。したがって、第2の分子イ

10

20

30

40

50

オンビームのポンプモードのポンプ速度は、第 1 の原子イオンビームポンプモードのポンプ速度より速くてよい。

【 0 0 4 2 】

図 3 を参照すると、図 2 のイオン源と一致するイオン源の真空システムのブロック図が示されている。真空システムは、イオン源ハウジング 3 0 6 を有してよい。蒸発器 3 4 0 は、分子イオンビームを形成するためのイオン源アークチャンバ 3 4 2 のソース供給材料を含んでよく、ガス供給源 3 4 1 は、原子イオンビームを形成するための原料ガスを含んでよい。ガス供給源 3 4 1 は、図にはイオン源ハウジング 3 0 6 内にあるように示されているが、イオン源ハウジング 3 0 6 の外に配置されてもかまわない。

【 0 0 4 3 】

イオン源ハウジング 3 0 6 は、1 つ以上のターボ式ポンプ 3 2 4 によってポンピングされてよく、当該ターボ式ポンプの後には高いガススループットを実現するような回転またはドライポンプのような機械ポンプ 3 2 6 がさらに補助として配置されてよい。コントローラは、好ましくは、ターボ回転の速度を変えることにより、ポンプ速度を変化させてよい。しかしながら、コントローラは、ターボ式ポンプ 3 2 4 のスロート部または羽根にバラストガスを加えることにより、バックリングポンプ 3 2 6 の速度を変えることにより（例えば、その回転速度を変えるか、または、バックリングポンプにバラストガスを加えることにより）、ターボ式ポンプ 3 2 4 の上の可変弁 3 2 8（例えばバタフライ弁）、または、バックリングラインにおける可変弁 3 3 0 を用いることにより、ポンプ速度を変化させてよい。あるいは、イオン源内へのガス放出 3 4 4 が用いられてよい。

【 0 0 4 4 】

上記可変部分の 1 つ以上を選択することにより、真空環境を説明する。1 つの真空環境（ポンプモード 1）は、原子ビーム生成における開始点として選択されてよく、他の真空環境（ポンプモード 2）は、分子ビーム生成用に選択されてよい。これは、レシピ内に定められた値を設定することであってもよい。または、選択された値に気体成分の全真空圧または部分圧が設定されてもよい。値は、例えば、イオンビーム源ハウジングに、または、ポンプの補助真空側配管 3 3 6 などどこか他の場所に取り付けられる、真空計 3 3 4 によって測定されるような全圧と一致してよい。イオンビーム源ハウジング内で可能性のある典型的な動作圧では、真空計 3 3 4 は、イオンビーム源ハウジング内の全圧を測定する電離真空計（例えば、冷陰極または熱陰極など）であってもよい。あるいは、真空内に残る異なる種の分圧を測定するために四極子型、または、飛行時間型質量分析計のような装置が用いられてよい。圧力計器の 1 つ以上から生成されるフィードバック信号が上記のパラメータの 1 つ以上を変えることにより、真空環境を制御してよい。フィードバック信号は、例えば水素などの 1 つ以上の気体成分の全圧または分圧に関連してよいが、他のいかなる種の分圧、または、複数の種の分圧の合計であってもよい。

【 0 0 4 5 】

真空圧力は、ビーム電流測定に基づき変更されてよい。ビーム電流は、線量計システムの一部として用いられるファラデーまたは他の検出器から供給されてよい。あるいは、ファラデーは、質量分析マグネットの直後など、ビームラインにおける他の場所に配置されてよい。測定される質量は、注入される分子であってもよく、または、注入されたビーム電流に関係があることが知られている他の分子フラグメントであってもよい。ビーム電流検出器からのフィードバック信号は、ビーム電流を最大にするか、または、ビーム電流を望ましい値に修正するよう真空圧力を制御するために用いられてよい。

【 0 0 4 6 】

図 4 を参照すると、原子または分子ビームが生成されるかどうかによってイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御する一実施形態が示されている。ステップ 4 0 2 では、原子または分子ビームが生成されるかどうか決定される。この決定は、ユーザ入力に基づいてよく、または、制御された動作に基づいてもよい。原子ビームが生成されると、動作はステップ 4 0 4 に進む。ステップ 4 0 4 では、ビームラインイオン注入装置は、原子ビーム源を用いてビームを生成する。

【 0 0 4 7 】

原子ビーム源を用いてビームを生成するようビームラインイオン注入装置を設定する場合、コントローラ 220 は、原子ビーム源に対応する真空環境に応じてポンプシステム 202 を制御する。原子ビーム源用にポンプシステム 202 を制御するコントローラ 220 によって用いられる値は、ユーザによって入力されるか、または、コントローラ 220 に結合されるメモリ内に格納された値から導かれてよい。原子ビームの生成が始まると、ステップ 406 において、コントローラ 220 は、上述の圧力またはビーム電流フードバック信号などのフィードバック信号に従い、ポンプシステムを連続的に変化させる。

【 0 0 4 8 】

ステップ 408 において、コントローラ 220 は、原子ビームの生成を継続するか、終了するか、または、分子ビームの生成に切り替えるかを決定する。ステップ 408 において、コントローラ 220 が原子ビームの生成を継続すると決定した場合、動作は、ステップ 406 に戻る。コントローラ 220 が原子ビームの生成を終了すると決定した場合は、ポンプ制御動作を停止する。コントローラ 220 が原子ビームの生成を分子ビームの生成に切り替えると決定した場合、動作はステップ 410 へと進む。ステップ 410、412、および 414 は、ステップ 404、406、および、408 で説明した動作と同様なので、繰り返しの説明は省く。

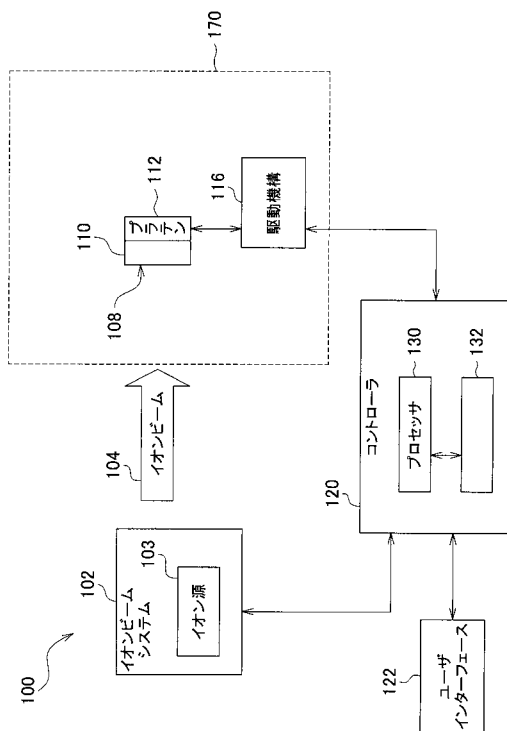
【 0 0 4 9 】

ここで、上述のような本開示におけるデュアルポンプモードを有するイオン注入装置は、一般的に、入力データの処理および出力データの生成をある程度含むことに留意されたい。当該入力データの処理および出力データの生成は、ハードウェアまたはソフトウェアに実装されてよい。例えば、デュアルポンプモードを有するイオン注入装置、あるいは、同様または関連する回路に、上記のような本開示において生成されるイオンビーム種に対応するイオンビーム源ハウジング内の圧力を制御することに関わる機能を実装する特定の電子部品が用いられてよい。あるいは、格納された命令に従い動作する 1 つ以上のプロセッサが上記のような本開示におけるデュアルポンプモードを有するイオン注入装置に関わる機能を実装してもよい。そのような場合、このような命令が 1 つ以上のプロセッサ可読キャリア（例えば磁気ディスクまたは他の記憶媒体）に格納されるか、または、1 つ以上の搬送波で示される 1 つ以上の信号を介して 1 つ以上のプロセッサに伝送されることは、本開示の範囲内である。

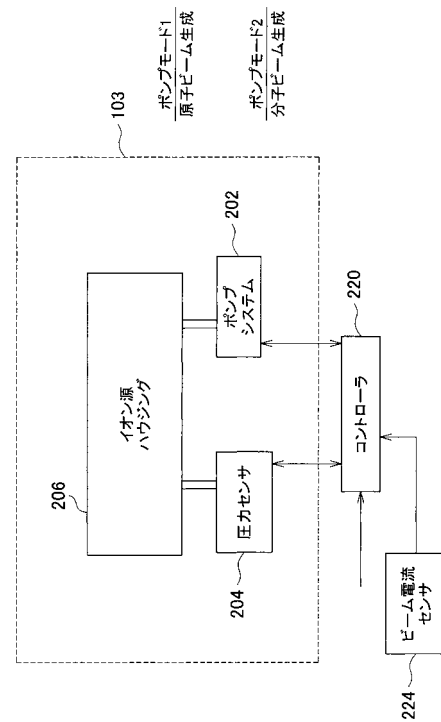
【 0 0 5 0 】

本開示の範囲は、本願明細書中に記載される特定の実施形態によって制限されない。実際、上記説明および添付の図面に基づき、本願明細書中に記載される実施形態に加えて、他のさまざまな実施形態および本開示への修正がなされうることが当業者には明らかであろう。したがって、そのような他の実施形態および修正は、本開示の範囲内に収まるものと意図される。さらに、本願明細書中において、本開示は特定の目的のための特定の環境における特定の実装という文脈で説明されてきたが、本発明の有用性はそれに限定されず、本開示は、いかなる目的のためのいかなる環境に有益に実装できることが当業者には理解できよう。したがって、以下に記載される請求項は、本願明細書中に記載される本開示のすべての範囲および趣旨に鑑み解釈されるものとする。

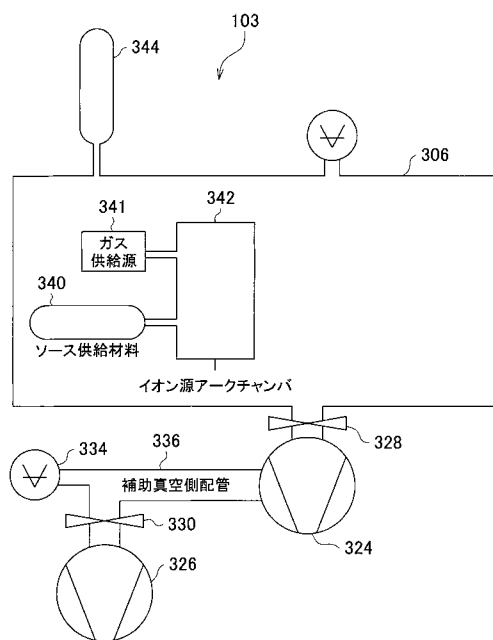
【 図 1 】



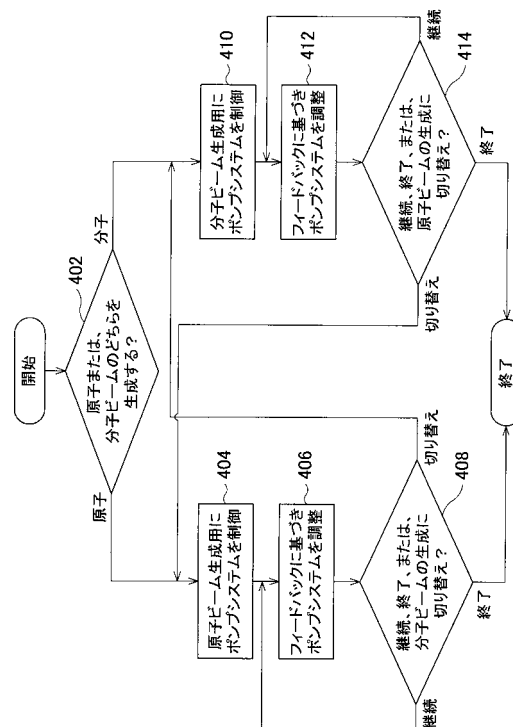
【 図 2 】



【 図 3 】



【圖 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/265 6 0 3 A

(72)発明者 オルソン、ジョセフ、シー、

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01930、グロスター、ドリー ロード 35 シーノ
オー 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内

(72)発明者 イングランド、ジョナサン、ジェラルド

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01930、グロスター、ドリー ロード 35 シーノ
オー 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内

(72)発明者 ハテム、クリストファー、アール、

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01930、グロスター、ドリー ロード 35 シーノ
オー 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内

(72)発明者 ショイアー、ジェイ、トーマス

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01930、グロスター、ドリー ロード 35 シーノ
オー 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内

審査官 桐畑 幸 廣

(56)参考文献 国際公開第2005/059942(WO,A1)

特表2004-507861(JP,A)

米国特許出願公開第2006/0097645(US,A1)

特開2002-134042(JP,A)

特表平05-503809(JP,A)

特開2004-014422(JP,A)

特開昭64-035843(JP,A)

特開平10-256175(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01J 37/08

H01J 37/18

H01J 37/317

H01J 27/02

H01L 21/265