

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5175012号
(P5175012)

(45) 発行日 平成25年4月3日(2013.4.3)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 J	37/317	(2006.01)	HO 1 J	37/317 Z
HO 1 L	21/265	(2006.01)	HO 1 J	37/317 C
			HO 1 L	21/265 603B

請求項の数 22 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2000-312366 (P2000-312366)	(73) 特許権者	390040660
(22) 出願日	平成12年10月12日 (2000.10.12)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公開番号	特開2001-185072 (P2001-185072A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公開日	平成13年7月6日 (2001.7.6)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ パウアーズ ア ベニュー 3050
審査請求日	平成19年6月19日 (2007.6.19)	(74) 代理人	100109726
(31) 優先権主張番号	9924179.6		弁理士 園田 吉隆
(32) 優先日	平成11年10月12日 (1999.10.12)	(74) 代理人	100101199
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 小林 義教
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入装置およびそれに用いるビームストップ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオン注入装置に用いるビームストップであって、
イオンビームは、ビーム経路を横切る少なくとも一方向に走査され、
前記ビームストップは、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ
法を有し、前記ビーム中のイオンを受けるように露出した面を提供する少なくとも一つの
電荷収集部材を備え、前記一方向でのビーム走査の一部に限った期間に前記電荷収集部材
がビームイオンを受けるように、前記露出した面が前記一方向において前記寸法以下の距
離に亘り広がりをもつ、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ
ビームストッププレートにさらに備え、前記電荷収集部材は、前記ビームストッププレ
ートから電氣的に絶縁され、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ開
口部を有する単一の電荷抑制ファラデーカップをさらに備え、前記電荷収集部材が前記フ
アラデーカップの内部に配される、
ビームストップ。

【請求項 2】

前記ビームストッププレートがビームを受ける面を有し、前記電荷収集部材が前記面の
後部に装着され、前記面にビームイオンを通過させて前記電荷収集部材上に衝突できるよ

うにするため前記面が前記収集部材の正面にアパーチャを有する請求項 1 に記載のビームストップ。

【請求項 3】

前記ビームストッププレートがビーム方向に前記収集部材より大きな厚さを有し、前記正面にある前記アパーチャの後部に空洞を備え、前記収集部材が前記空洞の内部に装着される請求項 2 に記載のビームストップ。

【請求項 4】

前記電荷収集部材がロッドであり、前記アパーチャがスリットであり、前記ロッドと前記スリットが前記一方を横切る広がりをもつ請求項 3 に記載のビームストップ。

【請求項 5】

イオン注入装置に用いるビームストップであって、
イオンビームは、ビーム経路を横切る少なくとも一方向に走査され、
前記ビームストップは、
前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ寸法を有し、前記ビーム中のイオンを受けるように露出した面を提供する少なくとも一つの電荷収集部材を備え、前記一方向でのビーム走査の一部に限った期間に前記電荷収集部材がビームイオンを受けるように、前記露出した面が前記一方向において前記寸法以下の距離に亘り広がりをもつ、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつビームストッププレートをさらに備え、前記電荷収集部材は、前記ビームストッププレートから電氣的に絶縁され、

前記ビームストッププレートがビームを受ける面を有し、前記電荷収集部材が前記面の後部に装着され、前記面にビームイオンを通過させて前記電荷収集部材上に衝突できるようにするため前記面が前記収集部材の正面にアパーチャを有し、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ開口部を有する単一の電荷抑制ファラデーカップを備え、前記電荷収集部材と前記ビームストッププレートが前記ファラデーカップの内部に配される、
ビームストップ。

【請求項 6】

イオン注入装置に用いるビームストップであって、
イオンビームは、ビーム経路を横切る少なくとも一方向に走査され、
前記ビームストップは、
前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ寸法を有し、前記ビーム中のイオンを受けるように露出した面を提供する少なくとも一つの電荷収集部材を備え、前記一方向でのビーム走査の一部に限った期間に前記電荷収集部材がビームイオンを受けるように、前記露出した面が前記一方向において前記寸法以下の距離に亘り広がりをもつ、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつビームストッププレートをさらに備え、前記電荷収集部材は、前記ビームストッププレートから電氣的に絶縁され、

前記ビームストッププレートがビームを受ける面を有し、前記電荷収集部材が前記面の後部に装着され、前記面にビームイオンを通過させて前記電荷収集部材上に衝突できるようにするため前記面が前記収集部材の正面にアパーチャを有し、

前記ビームストッププレートがビーム方向に前記収集部材より大きな厚さを有し、前記正面にある前記アパーチャの後部に空洞を備え、前記収集部材が前記空洞の内部に装着され、

前記電荷収集部材がロッドであり、前記アパーチャがスリットであり、前記ロッドと前記スリットが前記一方を横切る広がりをもち、

前記一方向でのビーム走査範囲に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ開口部を有する単一の電荷抑制ファラデーカップを備え、前記電荷収集部材と前記ビームス

10

20

30

40

50

トッププレートが前記ファラデーカップの内部に配される、
ビームストップ。

【請求項 7】

前記ビームストッププレートが前記ファラデーカップから電氣的に絶縁される請求項 5
または 6 に記載のビームストップ。

【請求項 8】

前記ビームストップは、前記一方向に沿った異なる位置にあって互いに電氣的に絶縁し
た複数の前記電荷収集部材から成る、請求項 2 または 4 に記載のビームストップ。

【請求項 9】

三つの前記電荷収集部材が前記一方向に対称的に配置される請求項 8 に記載のビームス
トップ。 10

【請求項 10】

イオン注入装置であって、
イオンビーム発生装置と、
ビーム経路を横切る少なくとも一方向にイオンビームを走査する走査装置と、
走査したビームを受けるもので、基板を処理することができる処理ステーションを走査
したビームの経路上に備える処理チャンバと、
走査したビームを終結させるため、および走査したビームに対し公称中心線を確認する
ために前記処理ステーションの後部にあるビーム端ステーションであって、その上方でビ
ームの走査が行われたとき第一特性信号を出力する少なくとも一つの固定ビーム検出装置 20
を提供する請求項 1 - 4 いずれか 1 項に記載のビームストップを含むビーム端ステー
ションと

を備えるイオン注入装置。

【請求項 11】

更に、前記少なくとも一つのビーム検出装置からの前記第一特性信号のタイミングに応
答し、前記公称中心線に対する前記ビームの芯出しを指示する芯出し信号を出力する芯出
しモニタを備える請求項 10 に記載のイオン注入装置。

【請求項 12】

複数の前記固定ビーム検出装置が前記一方向に沿い配置される請求項 11 に記載のイオ
ン注入装置。 30

【請求項 13】

前記ビーム検出装置が前記公称中心線を中心に対称的に配置される請求項 12 に記載の
イオン注入装置。

【請求項 14】

前記走査装置が対称的三角波形に従いイオンビームを走査すべく動作し、任意一組の対
称的に対向させた前記固定ビーム検出装置の各々からの連続した特性信号がそれぞれ第一
、第二の交番する均一な時間間隔を有し、前記芯出しモニタが組になった検出装置の内の
一つに関わる前記第一、第二の時間間隔と、前記組になった内のもう一方に関わる前記第
一、第二の時間間隔との間に存在する差の関数として前記芯出し信号を出力する請求項 1
3 に記載のイオン注入装置。 40

【請求項 15】

前記一つの固定ビーム検出装置が前記公称中心線上に配される請求項 11 に記載のイオ
ン注入装置。

【請求項 16】

前記走査装置が対称的三角波形に従いイオンビームを走査すべく動作し、前記芯出しモ
ニタが中央の前記固定ビーム検出装置からの特性信号の時間間隔の非均一性に基づいて前
記芯出し信号を出力する請求項 15 に記載のイオン注入装置。

【請求項 17】

前記ビーム端ステーションにおける走査位置の端部からの走査したビームの前記一方向
での距離が任意の時間に予測できるよう、前記走査装置が予め決めた波形に従いイオンビ 50

ームを走査すべく動作し、前記芯出しモニタが周期的な走査信号のタイミングに対し前記少なくとも一つのビーム検出装置からの前記特性信号のタイミングの関数として前記芯出し信号を出力する請求項 11 に記載のイオン注入装置。

【請求項 18】

前記走査装置が走査したビームを芯出しするための調整自在 dc 成分を含む周期的な走査信号に従いビームを偏向させるべく動作し、イオン注入装置が更に前記ビームを芯出しする前記 dc 成分を調整するため前記芯出し信号にตอบสนองする制御装置を備えた請求項 11 - 17 いずれか 1 項に記載のイオン注入装置。

【請求項 19】

更に、走査したビームの経路を平行に維持するため前記走査装置に組み合わせたコリメータと、

前記ビーム端ステーションの上流側に配し、前記一方向に移動ができ、ビームが移動ビーム検出装置の上方で走査されるとき第二特性信号を出力する前記移動ビーム検出装置と、

前記第一に述べた特性信号と、前記第二特性信号のタイミングの関数にตอบสนองしビーム芯合わせ信号を出力する芯合わせモニタとから成る請求項 10 - 18 いずれか 1 項に記載のイオン注入装置。

【請求項 20】

前記走査装置と前記コリメータの複合体が周期的な走査信号に従いビームを偏向すべく動作し、平行な走査したビームの経路方向を調整するため調整ができ、イオン注入装置が更に前記経路方向を必要なビーム経路方向に向けて調整するため前記走査装置と前記コリメータの複合体を制御すべく前記芯合わせ信号にตอบสนองする制御装置を備えた請求項 19 に記載のイオン注入装置。

【請求項 21】

前記移動ビーム検出装置が前記一方向での目標位置まで前記移動ビーム検出装置を移動するため前記芯合わせ信号にตอบสนองする制御装置にตอบสนองする作動装置を有し、前記固定ビーム検出装置を遮蔽せぬよう前記移動ビーム検出装置が前記作動装置によって位置決めされるとき前記芯合わせ信号にตอบสนองする制御装置が前記第一特性信号のタイミングを測定し、前記移動ビーム検出装置が前記作動装置によって前記一方向に沿った予め決めた位置に位置決めされるとき前記第二特性信号のタイミングを測定すべく動作し、前記予め決めた位置が前記一方向に沿った前記固定検出装置の位置に対応し、前記第一特性信号について測定したタイミングとこれに対応する前記第二特性信号について測定したタイミングが実質上同一になるよう前記芯合わせ信号にตอบสนองする制御装置が前記経路方向を調整する請求項 20 に記載のイオン注入装置。

【請求項 22】

前記走査装置が対称的三角波形に従いイオンビームを走査すべく動作し、前記芯合わせ信号にตอบสนองする制御装置が前記第一、第二特性信号の時間間隔を測定すべく動作し、前記第一特性信号の時間間隔が前記第二特性信号の対応する時間間隔と実質上同一になるよう前記経路方向を調整すべくตอบสนองする請求項 21 に記載のイオン注入装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はイオン注入装置（イオンインプランタ）、およびこのイオン注入装置の内部に用いるビームストップに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

イオン注入装置は、半導体ウェハの処理に長年に亘り使用されてきた。定型的に、必要とされる種類のイオンビームが形成され、イオンがウェハの表面下に注入されるようウェハ又は他の半導体基板に向けて方向設定される。イオンの注入は必要なドーパント（ドーピング剤）のイオンを半導体ウェハに注入することによってそのウェハ内に变化させた導電

10

20

30

40

50

性状態の領域を形成するために適用される。

【0003】

公知のイオン注入装置には米国特許第4,733,091号(Applied Materials, Inc.社に譲渡)に記載されるようなバッチタイプのインプラントと、米国特許第5,229,615号(Eaton Corporation社に譲渡)に記載するような単一ウェハタイプのインプラントが含まれる。代表的なバッチタイプのインプラントにあっては、イオン注入が行われるウェハは実質的に直交する二方向の各々において固定イオンビームを介し繰り返し機械的に走査され、ウェハ面全体に亘って注入線量が確実に均一になる。代表的な単一ウェハタイプのインプラントでは、イオンビーム自体が比較的大きな走査速度で一直交方向を横切って走査され、イオン注入が行われる一枚のウェハは実質上第二の直交方向に走査されたビームを横切って機械的に前後に搬送される。

10

【0004】

単一ウェハタイプのインプラントにあっては、イオンビームは静電的に、あるいは電磁的に走査することができ、ウェハに衝突するビームが走査の期間に目標とするビーム方向に平行に維持されるよう、走査したビームをコリメートするのが正規の常套的な方策である。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は、イオン注入をしようとするウェハに対して走査されたビームを適正に芯合わせし、かつ位置決めをするための装備を有するインプラント(注入装置)を提供することである。本発明の各実施形態の更なる目的は走査ビーム方式のインプラントに使用するビームストップを提供することである。

20

【0006】

従って、本発明は一つの相にあってビーム経路を横切る少なくとも一方向にイオンビームが走査されるイオン注入装置に用いるビームストップを提供するが、そのビームストップは前記一方向におけるビーム走査域に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ寸法を備え、前記ビーム中のイオンを受ける目的で露出させた面を提供する少なくとも一つの電荷収集部材から成り、前記電荷収集部材が前記一方向でのビーム走査の一部に限られた期間にビームイオンを受けられるよう、前記露出面は前記一方向に前記寸法以下の距離に亘る広がりを有する。

30

【0007】

この構成では、電荷収集部材に対し個別の電気的な接続ができ、ビームが前後に走査するとき電荷収集部材が受電する電流をモニタすることができる。電荷収集部材はビーム走査の一部に限った期間にビームイオンを受けるため、電荷収集部材からの電流信号はイオンビームの走査に同期して繰り返される特性形状を有する。電流信号のこの特性形状の特徴部のタイミングをイオンビームを走査するタイミングと比較することによって、ビームストップ自体に対する走査したビームの位置をモニタすることができる。

【0008】

好ましくは、ビームストップには前記一方向におけるビームの走査域に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつビームストッププレートが含まれ、前記電荷収集部材はビームストッププレートから電氣的に絶縁される。従って、ストップビームプレートにはビームを受ける面を備えることができ、電荷収集部材はその面の後部に装着してもよく、その面には電荷収集部材の前面にアパーチャ(開口部)があり、ビームイオンがその面を通過し電荷収集部材に衝突できるようにする。このようにして、電荷収集部材の露出面はビームの走査方向に比較的小さくすることができ、その結果、電荷収集部材からの電流信号はビームがビームストッププレートの面にあるアパーチャ全域に亘り走査するとき特性なパルス形状を提示する。従って、ビーム走査に対するこのパルスのタイミングをビームストップに対する走査したビームの位置のモニタに利用できる。

40

【0009】

ビームストッププレートは通常、これに衝突するイオンビームのエネルギーを吸収するの

50

に十分な厚さにすべきである。そのプレートは通常、水で冷却することになる。定型的に、ビームストッププレートはビーム方向において電荷収集部材より厚く、従って、ビームストッププレートの対峙する表面上にあるアパーチャの後部に空洞を備え、電荷収集部材はこの空洞内に装着される。

【0010】

電荷収集部材はロッドにすることができ、ビームストッププレートの対峙表面にある前記アパーチャはスリットでよく、従って、ロッドとスリットは共にビーム走査方向を横切る広がりをもつことになる。

【0011】

一実施形態において、ビームストップは前記一方向におけるビームの走査域に亘りビームを受けるため前記一方向に広がりをもつ開口部を備えた単一の電荷抑制ファラデーカップから成り、前記電荷収集部材は前記ファラデーカップの内部に配される。従って、ビームストッププレートもファラデーカップの内部に配され、通常、ファラデーカップから絶縁され、ビームストップに吸収される全ビーム電流をモニタするため電流信号をビームストッププレートから得られるようにする。

10

【0012】

それぞれ好ましい実施形態にあつて、ビームストップ、ビームストッププレート又はファラデーカップ開口部はビームの走査域全体に亘る広がりをもたせることができる。

【0013】

好ましい構成では、互いに電氣的に絶縁した複数の前記電荷収集部材が走査方向に沿って異なる位置に設けられる。従って、以下に説明するように、例えば移動ファラデーカップ又は他の検出装置に使用する電荷収集部材の各々から個々の特性電流信号が得られ、走査したビームが走査の期間にビームストップ上に正しく芯出しされ、必要とされるビーム方向に芯合わせされ、平行に維持されていることがモニタされる。

20

【0014】

便宜上、三つの前記電荷収集部材がビーム走査方向において対称的に配置される。

【0015】

本発明はイオンビーム発生装置と、ビーム経路を横切る少なくとも一方向にイオンビームを走査する走査装置と、走査したビームを受け、基板を処理することができる処理ステーションを走査したビームの経路内に備えたプロセスチャンバと、前記処理ステーションの後部にあつて走査したビームを終結させ、走査したビームに対し公称中心線を定義するビーム端ステーションとから成り、前記ビーム端ステーションには固定ビーム検出装置の上方でビームが走査されるとき特性信号を出力する少なくとも一つの前記検出装置が含まれるイオン注入装置をも提供する。好ましくは、イオン注入装置には更に前記少なくとも一つのビーム検出装置からの各前記特性信号のタイミングに応答し、前記公称中心線に対する前記ビームの芯出しを指示する芯出し信号を出力する芯出しモニタが含まれる。

30

【0016】

好ましくは、その、あるいは各々の固定ビーム検出装置は上述した種類のビームストップの内部にある各電荷収集部材で構成する。

【0017】

複数の前記固定ビーム検出装置は前記一方向に沿った前記公称中心線を中心に対称的に配置してもよい。好ましくは、前記走査装置は対称的三角波形に従い動作してイオンビームを走査すべく動作し、任意一組の対称的に対向させた前記固定ビーム検出装置の各々からの連続した特性信号にはそれぞれ第一、第二の交番する均一な時間間隔があり、前記芯出しモニタは前記一組の検出装置内の一方に対する前記第一、第二時間間隔と、前記一組の内のもう一方に対する前記第一、第二時間間隔との間にある差の関数として前記芯出し信号を出力する。

40

【0018】

他の構成にあつては、前記公称中心線上に一つの固定ビーム検出装置を設けてもよい。従って、更に前記走査装置が対称的な三角走査波形を出力する場合、前記芯出しモニタは前

50

記中央の固定ビーム検出装置からの連続した特性信号の時間間隔における非均一性の関数として前記芯出し信号を出力する。

【0019】

代替の構成では、一つの固定ビーム検出装置は前記中心線から既知の距離に配してもよく、従って、前記芯出しモニタは前記ビーム検出装置からの各特性信号のタイミングを前記走査信号の波形と比較すべく動作する。

【0020】

好ましくは、走査装置は走査したビームを芯出しするための調整自在 d c 成分を含む周期的な走査信号に従いビームを偏向させるべく動作し、イオン注入装置には更に前記芯出し信号に应答し前記 d c 成分を調整して前記ビームを芯出しする制御装置が含まれる。

10

【0021】

他の実施形態において、イオン注入装置は、更に、走査したビームの経路を平行に維持するため前記走査装置に組み合わせたコリメータと、前記ビーム端ステーションの上流側に配し、前記一方向に移動でき、移動ビーム検出装置の上方でビームが走査されるとき第二の特性信号を出力する前記移動ビーム検出装置と、前記第一に述べた特性信号と前記第二の特性信号のタイミングの関数に应答してビーム芯合わせ信号を出力する芯合わせモニタとから成る。

【0022】

好ましくは、前記走査装置 / コリメータ複合体は周期的な走査信号に従いビームを偏向させるべく動作し、走査した平行ビームの経路方向を調整すべく調整自在であり、イオン注入装置には、更に、前記芯合わせ信号に应答して必要なビーム経路方向に向けて前記経路方向を調整するため走査装置 / コリメータ複合体を制御する制御装置が含まれる。

20

【0023】

好ましくは、前記移動ビーム検出装置は前記制御装置に应答し、前記一方向における各目標位置まで前記検出装置を移動する作動装置を備え、前記制御装置は移動ビーム検出装置が前記固定ビーム検出装置を遮蔽せぬよう前記作動装置によって位置決めされるとき前記走査波形に対する前記第一の特性信号のタイミングを測定し、移動ビーム検出装置が前記一方向に沿った予め決めた位置に作動装置によって位置決めされるとき前記走査波形に対する前記第二の特性信号のタイミングを測定すべく動作し、前記予め決めた位置は前記一方向に沿った前記固定ビーム検出装置の位置に対応し、前記制御装置は対応する前記測定した各タイミングが実質上同一になるよう、前記測定した各タイミングに应答して前記ビーム経路方向を調整する。

30

【0024】

更なる局面において、本発明はイオンビーム発生装置と、ビーム経路を横切る少なくとも一方向にイオンビームを走査し、走査したビームの経路を平行に維持する走査装置 / コリメータと、走査した平行なビームを受け、基板を処理することができる処理ステーションを走査したビームの経路に備えたプロセスチャンバと、走査したビームを終結させるため前記処理ステーションの後部に配し、固定ビーム検出装置の上方でビームが走査されるとき各第一の特性信号をそれぞれ出力するもので、前記一方向に沿い各間隔を開けた位置にある少なくとも二つの前記固定ビーム検出装置を含むビーム端ステーションと、前記ビーム端ステーションの上流側に配し、前記一方向に移動でき、ビームが移動ビーム検出装置の上方で走査されるとき第二の特性信号を出力する前記移動ビーム検出装置と、前記一方向に沿った移動ビーム検出装置の少なくとも二つの間隔を開けた位置で前記第一と、前記第二の特性信号の少なくともタイミングの関数に应答し、前記走査したビームの平行度を指示するコリメーション信号を出力する平行度モニタとから成るイオン注入装置を提供する。

40

【0025】

従って、好ましくは、前記移動ビーム検出装置は前記制御装置に应答して前記一方向における目標位置まで前記検出装置を移動する作動装置を備え、前記制御装置は各固定ビーム検出装置を遮蔽せぬよう前記作動装置によって移動ビーム検出装置が位置決めされるとき

50

各前記第一の特性信号のタイミングを測定し、各前記固定ビーム検出装置の位置にそれぞれ対応する前記一方向に沿った予め決めた位置に移動ビーム検出装置が作動装置によって位置決めされるとき前記第二の各特性信号のタイミングを測定すべく動作し、前記平行度モニタは前記測定したタイミングにตอบสนองして前記コリメーション信号を出力する。

【0026】

処理をする基板は定型的には半導体基板であるが、平坦パネル状のポリマ基板を使用してもよい。

【0027】

以下は例を挙げるやり方で本発明の好ましい実施形態についてのみの説明である。

【0028】

【発明の実施の形態】

図1を参照すると、注入のためのイオンのビームはイオンソース10によって形成される。目標とする質量/エネルギー比のイオンのみが分析器磁石11の出口にある質量選択スリット12を通過するよう、イオンソース10からのイオンは分析器磁石11を通過する。目標とする質量/エネルギー比のイオンのビーム13はビーム走査装置14に入り、そこでビームはビーム経路を横切る方向において図1の用紙の平面内で前後に偏向される。ビームは定型的には走査装置14によって100~200Hz範囲の比較的大きな繰り返し速度で走査することができる。

【0029】

走査装置14から出てくる走査したビーム15はコリメータ16に入る。ビームが前後に走査されるときコリメータ16から出てくる走査したビーム17が目標のビーム経路に実質上平行に維持されるよう、コリメータ16は走査したビーム15をビームの走査位置によって異なる量だけ曲げるように構成されている。

【0030】

コリメータ16から出てくる平行な走査したビーム17はプロセスチャンバ18に入り、そこでビームはウェハホルダ20上に装着したウェハ19上に衝突することができる。走査装置14とコリメータ16は走査したビーム17がウェハホルダ20上のウェハ19のまさしく幅全体に亘り広がりをもち、ビームが前後に走査されるときウェハを横切る一本の縞を効果的に描くような設計である。

【0031】

ウェハの総ての部分にビームのイオンが注入されるよう、走査したビーム17の水平面全体に亘りウェハホルダ20と、それに装着したウェハ19に往復運動をさせる作動装置22が保持する往復走査アーム21にウェハホルダ20自体が装着される。通常、ウェハホルダ20の往復走査運動は定型的には1Hzのオーダである比較的低い繰り返し速度で行われる。

【0032】

これまで解説してきたイオン注入装置の構成要素は公知のイオン注入装置、特に単一ウェハに一時に一枚の割合でイオン注入するもので、イオンビームが横一方向に走査され、その間ウェハは直交方向に機械的に往復運動するハイブリッド走査システムを採用したインプラントにおける構成にしてもよい。この種のイオン注入装置は例えばWO99/13488号に解説されている。図1に記載する本発明の例証におけるイオンソース、質量分析及び走査/コリメーションの各構成は当該技術に詳しい者にとって公知の種類にすることができる。例えば、走査装置14は電磁走査方式、あるいは静電走査方式のいずれかを採用でき、同様に、コリメータ16には磁界又は静電界を用いてもよい。

【0033】

上述した従来技術の明細書には、プロセスチャンバ18内でウェハホルダ20に往復運動をさせる特殊な機械的システムが開示されているが、それに代えて何らかの適切な機械的構成を採用してもよい。

【0034】

プロセスチャンバ18の内部にあって、ビームストップ23はウェハホルダ20の後部に

10

20

30

40

50

配され、走査されたビームを走査面内の走査全域に亘って受ける。更に、移動ファラデーカップ24がウェハホルダ20のすぐ後部に設けられる。移動ファラデーカップはその上方で行われるイオンビームの走査にตอบสนองし電流パルスを出力する設計である。ファラデーカップ24はイオンビームの走査域に亘る様々な点でイオンビームによって与えられるイオン線量率の測定値を求めるために使用してもよい。この目的で、移動ファラデーカップ24はイオンビームの方向を横切って、即ち走査したビームの走査範囲に亘って異なる位置に向かって矢印25が示す方向に移動することができる。ファラデーカップに対する極限位置を図2に34と35で示す。

【0035】

ウェハホルダ20上のウェハ19にイオン注入が行われる期間に亘り、ファラデーカップ24はイオンビームの走査範囲の一端近傍、即ちウェハホルダ20の端縁部を僅かに離れた位置に配し、イオンの注入期間にイオンビームの線量供給率を指示する信号を出力するようにしてもよい。

10

【0036】

ファラデーカップの用途を上述で説明した限りにおいて、走査ファラデーカップ24は前文に述べた従来技術の明細書W099/13488に記載されたイオン注入装置に開示されているファラデーカップと同じ機能をする。

【0037】

ここで図2を参照すると、図1に記載のプロセスチャンバ18内の部品の構成を一層詳しく説明する。プロセスチャンバに入るイオンビームは図2に26で示し、走査した領域がそれぞれ上限28と下限29に亘る広がりとなるようイオンビーム26の平行走査は矢印27で示す。

20

【0038】

ウェハホルダ20上の半導体ウェハ19は図2に破線の輪郭で示す。

【0039】

移動ファラデーカップ24は作動装置31から伸びるシャフト30に装着したところが示され、その作動装置もプロセスチャンバ18の真空閉鎖構造壁部32に装着される。

【0040】

ビームストップ23は図2に概略が示され、ビームストップの設計に付いての詳細は図3、図4に観察することができる。図2、図3、図4に記載するビームストップの対応部品には同一の照合番号が付されている。

30

【0041】

図示するように、ビームストップはビーム走査の範囲全域に亘りビームをファラデーカップに受けるため、走査したビームの走査方向27に十分な幅をもつビームアパーチャ41を備えたファラデーカップ40から成る。他方、ビームストップのファラデーカップ40のアパーチャ41はビームをビーム直径全体で受けることを唯一目的に、ビームの走査方向を横切る寸法である。従って、図3にビームの走査面内でとらえた断面でビームストップを示し、アパーチャ41の大きな寸法が記載されているが、図4はビームの走査面に垂直な面内でのビームストップの断面で、アパーチャ41の小さい側の寸法が示されている。

40

【0042】

ビームストッププレート42はアパーチャ41に面するようにファラデーカップの後部に配される。ビームストッププレートは定型的に黒鉛で製作し、ファラデーカップのケーシングから電氣的に絶縁する。ビームストッププレート42はファラデーカップに入るビームイオンがプレート42に衝突するよう、ファラデーカップの内部に走査したイオンビームの全走査範囲に亘る広がりを持つ。

【0043】

ビームストッププレート42は、冷却水を接続部45、46から供給できるようにした冷却チャンネルを備えた水冷支持プレート43上に装着される。

【0044】

50

ビームストッププレート42は水冷支持プレート43に直接接触させてもよいが、その複合した構造体は電氣的に絶縁する。それ故、ビームストッププレート42によって吸収されるビーム電流は図2に概略を示す電気接続部50を介しモニタすることができる。

【0045】

ビームストップ40のファラデーカップ41の内部にはライナ51、52が設けられている。ビームストッププレート42の至近にある内側ライナ51はビームストッププレートに電氣的に接続してもよいが、アパーチャ41に隣接する外側ライナ52は内側ライナから絶縁し、それ自体はビームストップのケーシングに接続できる。図4、図5に見られるように、ビームイオンによる衝撃の結果、ビームストッププレート42から放出されることがある二次的電子と、他の荷電粒子を吸収するため、内側ライナ51はビームストッププレート42の前方のビーム方向に予め決めた距離に亘る長さを有する。

10

【0046】

界磁線が図4の用紙の平面に実質上平行に、かつ、アパーチャ41の大きい側の寸法全体に亘り広がる磁界をファラデーカップのアパーチャ41に渡して形成すべく、永久磁石53、54はファラデーカップ40の幅狭な寸法の対向する側に配される。この磁界はビームストップ42によって放出される比較的低速で移動する荷電粒子のファラデーカップからの散逸防止に有効であり、特にこれら粒子がビームストッププレート42に戻って吸収される、あるいはビームストッププレート42に電氣的に接続した内側ライナ51によって吸収されることを確実にする。同様に磁界は外部電子がファラデーカップに入るのを防止し、界磁によって偏向されてファラデーカップの壁部に衝突する外部電子は外側ライナ52に衝突する。このような方式で、ファラデーカップは任意の時間にファラデーカップに入るビーム電流の数量を正確にモニタする役割を果たす。

20

【0047】

この一般的な種類のビームストップは当該技術に精通した者にとっては公知なものとなる。このようなビームストップはイオンビームが注入に使用されていないとき、定型的にはイオン注入装置のビーム電流のモニタに使用されるため、目標ターゲットはビームから離して配される。勿論、本例では、ビームストップは走査したビームを受けるような寸法である。

【0048】

図2、図3、図4に記載のビームストッププレート42にはその端縁部から内部に向けて機械加工し、ビームストッププレートの大きい方の寸法には垂直な方向に、小さい方の寸法の実質上全体に亘り横に伸びる五つの中ぐり穴60～64が含まれる。中ぐり穴60～64はビームストッププレート42の厚さ以下の寸法である。

30

【0049】

ビームストッププレート42の前面70には狭いスリット65～69が設けられ、それぞれの中ぐり穴60～64の内部に連通する。図に示すように、スリット65～69は中ぐり穴60～64のそれぞれの軸に芯合わせされ、ファラデーカップ40に入り、ビームストッププレート42に衝突するイオンビームの大部分を取り囲むに十分な距離をプレート42の小さい方の寸法に亘り横に伸ばしている。しかし、ビームストッププレートの小さい方の寸法に亘るに各スリット65～69の長さが重要ということではない。

40

【0050】

ビーム電流収集ロッド73はビームストッププレート42の中央部に配した中ぐり穴62に装着される。同様なビーム電流収集ロッド74と75が中央中ぐり穴62の両側にある内側一組の中ぐり穴61、63の内部に同軸に取り付けられる。外側二つの中ぐり穴60、64は200mmウェハに使用する設計であるこの実施形態では用いられない。イオン注入装置を300mmウェハ用に変更するとき、ロッド74、75は外側中ぐり穴60、64に装着し、内側中ぐり穴61、63は使用しない。

【0051】

図4に最もよく観察されるように、電流収集ロッド73、74、75の各々は円筒形黒鉛ライナ76で形成し、頭部凹型締め付けボルト78を介しスチールロッド77に支持され

50

る。ボルト 78 はロッド 77 の下部自由端にねじ込み（図 4 に示すように）、ロッド 77 の上端は電氣的な真空貫通接続部 79 として伸びてカバー 81 で保護されるロッド 73 への接続点 80 を形成する。

【0052】

それぞれの接続点 80 により各ロッドに個別の電気接続ができるよう、ロッド 73、74、75 の各々はビームストッププレート 42 から電氣的に絶縁する。これらの接続は線 81、82、83 によって図 2 に概略が示される。

【0053】

運転時、ビームがスリット 66、67、68 の各々を横に走査されるとき、若干のビームイオンはスリットを通過し、ビームストッププレート内部の中ぐり穴に収めた各電流収集ロッド上に衝突することが観察できる。その衝突によって各ロッド上に収集される電荷はそれぞれ電氣的ライン 81、82、83 に沿って流れ、モニタすることができる。實際上、ビームがスリット上で走査されると、電流パルスは各ライン 81、82 又は 83 で検出できる。これらのパルスはタイミングパルスとして使用できる。

10

【0054】

電流収集ロッドの一つと、それに組み合わせたスリットで提示されるビーム電流収集装置はスリットを通過する総てのビームイオンが各ライン 81、82、又は 83 に沿い流れる対応する単位の電荷の供給となることを確実にするという意味では電荷抑制が行われないことを理解されたい。それでも、ビームが各スリットを通過するとき各ラインに電流パルスが形成されることになり、この電流パルスはタイミング設定を目的に利用できる。

20

【0055】

図 2 に示すように、ビームストッププレート 42 にあるそれぞれの電流収集ロッドからのライン 81、82、83 は、ライン 50 に沿ったビームストッププレート 42 本体からの線も接続されている制御装置 90 に接続される。制御装置 90 では、ライン 50、81、82、83 の電流は加算合計され、任意の時間にビームストップに放出が行われているビーム電流合計の正確な数値が出力される。ライン 81、82、83 の電流パルスのタイミングはこれから詳しく説明するように、走査したビームの芯合わせ、芯出し及び平行度の設定と確認にも使用される。

【0056】

本明細書に解説するビーム走査方式の単一ウェハタイプのイオン注入装置には必要条件があり、それは走査したビームがイオン注入チャンバの中心線上で、特に走査面内で正しく芯出しされることを確実にし、走査したビームがチャンバ内を通る目標のビーム経路に対しチャンバ内で正しく芯合わせされることを確実にし、走査したビームが走査範囲に亘り目標のビーム経路に平行に維持されることを確実にすることである。これらの必要条件はウェハへのドーパントイオンの供給率がイオン注入運転の期間にモニタできるよう、走査したビームがイオン注入をしているウェハの面全体をカバーし、ウェハの一方の側に配することができるファラデーカップを走査したビームがイオン注入の期間に走査毎に正しく横切ることも確実にする上で必要である。

30

【0057】

ウェハホルダ 20 上のウェハ 19 のようなウェハのイオン注入の期間、移動ファラデーカップ 24 は図 2 の 95 で破線輪郭をもって示されるように、ウェハホルダ 20 の位置の一方の側に位置決めされる。従って、ビーム 26 が矢印 27 の方向にあって前後に走査されるとき、ビームは各ビーム走査の一端で移動ファラデーカップ 95 全体に亘り前後に横切ることになる。ビームがファラデーカップ 95 を横切るとき、ファラデーカップの正面プレートにあるスリット 96 を通過するビームイオンによってある量の電荷が移動ファラデーカップ 24 に供給されるが、この電荷量はビーム 26 の走査速度に関しウェハの一エリアに供給されている線量単位の測定値となり、ウェハの上方をビームが走査して通過する毎にスリット 96 の幅に対応する。そこで、ウェハ全面に亘るドーパント線量の均一な供給を確実にし、かつ又イオン注入運転の終了時までにはウェハの全領域への適正な線量の供給を確実にすべくイオン注入装置のプロセスパラメータを調整するため、当該技術にあっ

40

50

ては公知であるように調整してもよい。

【 0 0 5 8 】

ビーム 2 6 が前後に走査される時、ビームが正確に目標のビーム方向に平行に維持されなければウェハに供給される線量に誤差が発生することがある。更に、ビーム 2 6 が目標のビーム方向に正確に芯合わせした状態に維持されなければ、イオンは正しくない角度でウェハに注入されることがある。

【 0 0 5 9 】

図 2 では、イオン注入チャンバの目標中心線は 9 7 で示され、ビームストップ 2 3 のビームストッププレート 4 2 にある中央電流収集ロッド 7 3 と、それに組み合わせたスリット 6 7 はこの中心線 9 7 上で芯合わせされているのが観察される。上部、下部電流収集ロッド 7 4、7 5 はそれに組み合わせたスリット 6 6、6 8 が中心線 9 7 の相対する側に等距離で対称的に配されることも観察される。

10

【 0 0 6 0 】

既に言及したように、a) イオンのビーム 2 6 が中心線 9 7 の両側で対称的に走査され、即ち走査したビームが効果的に芯出しされ、b) ビーム 2 6 が中心線 9 7 に正確に芯合わせされ、c) ビーム 2 6 が走査される時、そのビームが正確に中心線 9 7 に平行に維持されるよう、即ち走査の期間にビームの平行度が維持されるよう、イオン注入装置を段取りすることが重要である。イオンインプラタの段取り時にビームストップ 2 3 は移動ファラデーカップ 2 4 と組み合わせて使用し、前文に述べたビームの芯出し、芯合わせを行い、平行度が与えられるよう確認をし、あるいは調整をできるようにすることが可能である。

20

【 0 0 6 1 】

図 5 はビームの走査波形に対する電流収集ロッド 7 3、7 4、7 5 からのパルスのタイミングを走査したビームを横断する移動ファラデーカップ 2 4 の様々な位置でそのファラデーカップが受ける電流パルスのタイミングと共に解説するタイミング図表である。

【 0 0 6 2 】

図 5 における上部トレース(記録線図) 1 0 0 は、イオンビーム 2 6 の走査波形を表す。図に示すように、矢印 2 7 の方向でのビーム 2 6 の横走査の速度が常時、実質的に一定であり、走査の各端における反転時間が最小化されるよう、ビームは対称的三角波形に従い前後に走査される。この三角走査波形は定型的にイオンビーム走査装置 1 4 とコリメータ 1 6 の少なくとも段取りの期間に使用することができ、またたとえ一旦セットがされた場合でも、前記三角走査波形は実際のイオン注入期間に多少の修正が行われることを知っておく必要がある。

30

【 0 0 6 3 】

図 5 のトレース 1 0 1 は、ビームストップ 2 3 のビームストッププレート 4 2 にあって、組み合わせたスリットが 6 7 である中央ロッド 7 3 からの電流パルスのタイミングを表す。走査波形 1 0 0 が実際に対称的三角波形であると仮定すると、中央タイミングスリット 6 7 からの電流パルスには交番する一定な時間 t_1 と t_1' がある。走査したビームがスリット 6 7 の両側に対称的に広がりをもつよう芯出しされるとき、そこでは以下の関係が成り立つ。

40

【 0 0 6 4 】

$$t_1 = t_1'$$

従って、走査したビームの適正な芯出しを確認するには、ライン 8 1 に接続した中央電流収集ロッド 7 3 から電流パルスを受信する制御装置 9 0 はライン 8 1 上の連続パルスの時間間隔をモニタし、制御装置からライン 1 1 0 上に数値 $t_1 - t_1'$ を表す信号を出力する構成にする。

【 0 0 6 5 】

図 5 のタイミング図を再度参照すると、トレース 1 0 2 は組み合わせたタイミングスリットが 6 6 である電流収集ロッド 7 4 からの電流パルスのタイミングを表し、トレース 1 0 3 は組み合わせたタイミングスリットが 6 8 である電流収集ロッド 7 5 からのパルスのタ

50

イミングを表す。トレース 102 上の電流パルスには交番する長時間間隔 t_2 と短時間間隔 t_3 がある。同様に、トレース 103 におけるパルスは交番する長時間間隔 t_2' と短時間間隔 t_3' を有する。二つのタイミングスリット 66、68 は中央スリット 67 の両側に対称的に配されるため、走査したビームがビームストップ上に正しく芯出しされるとき以下の関係が成り立つ。

【0066】

$$t_2 = t_2' \text{ 及び } t_3 = t_3'$$

以下の関係が記載され、

$$t_2 + t_3 = t_2' + t_3'$$

ここで は走査波形 の周期である。

10

【0067】

従って、ライン 82、83 上のタイミングパルスは走査したビームの芯出し制御に用いる信号をライン 110 上に発現させるため制御装置 90 に使用してもよい。

【0068】

實際上、走査したビームの真の中心線はビームコリメータを焦にして定義することができる。この時、製造上の許容差が名目上中央となるスリット 67 を真の中心線から僅かに外して配してしまう結果となることがある。それでも、スリット 67 の位置によって確立される公称中心線と、真の中心線との間の誤差が分かればビームの正しい芯出しを確実にすることができる。

20

【0069】

走査したビームの芯合わせと、さらにビームの平行度もチェックするには、タイミング信号もまた移動ファラデーカップ 24 から引き出さねばならない。移動ファラデーカップ 24 が正確にイオン注入チャンバの中心線 97 上にくるよう作動装置 31 によって配される場合には、そこで、移動ファラデーカップ 24 からのタイミング信号はビームストップ 23 にある中央電流収集ロッド 73 と、それに組み合わせたタイミングスリット 67 からのタイミング信号の場合と同じ走査波形上の点に現れるようにする必要がある。

【0070】

實際上、ビームストップ 23 の各タイミングスリットからのタイミングパルスを測定しようとするとき、その各タイミングスリットに影を投じたり、そのスリットを遮蔽せぬように移動ファラデーカップ 24 がプロセスチャンバ内に位置決めされるよう、制御装置 90 はライン 113 上の位置情報フィードバック信号と共にライン 112 上の信号を介して移動ファラデーカップ 24 の位置を制御する構成にする。

30

【0071】

一つの例において、三つの電流収集ロッド 73、74、75 全てからのパルスのタイミングを測定している間に移動ファラデーカップは制御装置 90 によってビームストップ 23 から完全に外して保持されてもよい。その後、制御装置 90 が図 2 に記載するように移動ファラデーカップ 24 を中心線 97 上の中央位置に移動することができ、次いで、この位置での移動ファラデーカップを横切るイオンビーム走査によって生じる電流パルスのタイミングを測定することができる。これらの電流パルスはライン 114 を介し制御装置 90 に供給される。

40

【0072】

中央位置にあるときの移動ファラデーカップ 24 からの電流パルスのタイミングを図 5 のトレース 106 に示す。トレース 106 にあって、これらのタイミングパルスはビームストップにある中央タイミングスリットからのタイミングパルス 101 と比較し、波形 100 に対し僅かに異なる時間に現れるところが示されている。移動ファラデーカップ 24 が正しく中心線 97 上にあると仮定すると、そのファラデーカップからの電流パルスに対するこのタイミングの差は走査したビームの芯狂いを表す(ビームストップによって確立される公称中心線がコリメータを基準にした真の中心線に正確に芯合わせされていると仮定して)。走査したビームが中心線 97 に正しく芯合わせされるのであれば、トレース 106 で表されるパルスは $t_6 = t_6'$ の時間で等間隔にあると思われる。従って、制御装置 9

50

0 はパルス相互間の間隔をモニタし、イオンビームの芯狂いを表す補正信号をライン 1 1 5 に出力する構成である。

【 0 0 7 3 】

走査したビームの幅に亘っての異なる位置でのイオンビームの芯合わせの状態はまた、ビームストップにあるスリット 6 6 又は 6 8 のいずれかに正確に対応する位置に移動ファラデーカップを位置決めし、次いで、適切な位置にある移動ファラデーカップからのパルスタイミングをビームストップの関連するタイミングスリットによって出力されるパルスタイミングに対応することを確実にすれば測定ができるであろうことが理解されよう。ビームが前後に走査されるとき、走査されるビームが中心線 9 7 に平行に維持されていることのチェックにこの手続は実際に使用される。

10

【 0 0 7 4 】

従って、走査するファラデーカップ 2 4 は次いでビームストップにある上部タイミングスリット 6 6 に対応する位置にまず位置決めされ、そこでファラデーカップ 2 4 からのタイミングパルスが測定される。次いで、移動ファラデーカップ 2 4 はビームストップ 2 3 の下部タイミングスリット 6 8 に対応する位置に位置決めされ、更なるタイミングパルスが測定される。上部位置に対するタイミングパルスは図 5 にトレース 1 0 5 によって表し、下部位置に対するタイミングパルスはトレース 1 0 4 によって表わされている。ビームが正確に平行であり、芯合わせされていれば、上部位置にあるとき移動ファラデーカップからの電流パルスの時間間隔 t_4 、 t_5 (トレース 1 0 5) はビームストップ 2 3 にある上部タイミングスリット 6 6 に対する時間間隔 t_2 、 t_3 とは同じになるはずである。同様に、走査したビームが正しく芯合わせされ、平行であれば、下部位置にあるとき移動ファラデーカップからのパルスのタイミング t_4' と t_5' (トレース 1 0 4) はビームストップにある下部タイミングスリット 6 8 のパルスのタイミング (t_2' と t_3') に一致しなければならない。

20

【 0 0 7 5 】

従って、制御装置 9 0 は下部位置と上部位置の各々における移動ファラデーカップ 2 4 からの電流パルスのタイミングを測定し、これらのタイミングをビームストップの各タイミングスリットから先に求めた各タイミングと比較し、次いで、走査したビームに平行度の欠けていることを表す信号をライン 1 1 6 に出力するように構成されている。

【 0 0 7 6 】

制御装置 9 0 からライン 1 1 0、1 1 5 に出力される制御信号は走査装置 / コリメータ制御ユニット 1 1 1 に供給され、走査装置 1 4 へのライン 1 1 7 上の駆動信号と、コリメータ 1 6 へのライン 1 1 8 上の駆動信号の調整に用いられる。当該技術に詳しい者にとって、ビームの芯狂いを補正し、制御装置 9 0 から制御信号に応答し正しいビーム芯出しを確実にするために必要とされるライン 1 1 7、1 1 8 上の走査駆動及びコリメータ駆動に対する修正はごく普通のことであろう。

30

【 0 0 7 7 】

ライン 1 1 9 上のタイミング信号は、走査装置 / コリメータ制御ユニット 1 1 1 によって制御装置 9 0 に供給されて、ビームストップの各タイミングスリットからと、移動ファラデーカップからの各電流パルスのタイミングをモニタするための基準点を提供する。ライン 1 1 9 上のタイミング信号は、例えば走査波形転向点のタイミングを現すことができる。しかし、ビームが対称的かつ三角波形に従い走査され、ビームストップと移動ファラデーカップからの各電流パルスを測定する特定の手続が行われる間に一定の期間と振幅を有する限り、前文に説明したように、ライン 1 1 0、1 1 5、1 1 6 上の適切な補正信号は各種パルス信号のタイミングから制御装置 9 0 によって純粋に求めることができる。

40

【 0 0 7 8 】

ビームストップ 2 3 にあるタイミングスリットが基準中心線 9 7 の両側に対称に配列され、芯合わせと平行度を確認するため、対応するタイミングパルスを出力しているとき移動ファラデーカップ 2 4 がこれらタイミングスリットに芯合わせされて正確に位置決めされるのであれば好ましいことではあるが、他の構成も可能である。例えば、ビームストップ

50

23にある二つのタイミングスリット66、68が中心線97の相対する側で異なる距離(d_1 、 d_2)に配されるとすれば、これら二つの非対称的なスリットからの各電流パルスのタイミングはそれでもビームストップ上の走査したビームの芯出し確認に使用できる。このとき、ビームを適正に芯出しするには以下の方程式を満たさねばならない。

【0079】

$$(t_2 - t_3) / (t_2' - t_3') = d_1 / d_2$$

更に、走査したビームが平行であると仮定したとしても、ビームの芯合わせはそれでも中心線から d_1 位置にあるビームストップの単一タイミングスリットからのタイミングパルスを用い、かつ、中心線から別な位置 e_1 に位置決めした移動ファラデーカップからのタイミングパルスに従い確認できる。従って、正しい芯合わせをするには以下の方程式を満たさねばならない。

【0080】

$$(t_2 - t_3) / (t_4 - t_5) = d_1 / e_1$$

ここで、ビームストップのスリットからのパルスの時間間隔は t_2 と t_3 で表し、移動ファラデーカップからの各パルスの時間間隔は時間 t_4 と t_5 で表される。

【0081】

ビームの平行度は中心線から異なる距離 d_1 と d_2 におけるビームストップの各タイミングスリットからのタイミング測定値と、中心線から位置 e_1 と e_2 にある移動ファラデーカップからのタイミングパルスを用いて確認することができる。従って、正しい平行走査をするには、以下の方程式を満たさねばならない。

【0082】

$$(t_2' - t_3) / (t_4' - t_5) = (d_1 + d_2) / (e_1 + e_2)$$

ここで、位置 d_1 と d_2 にあるビームストップの各タイミングスリットからのパルスの時間間隔はそれぞれ t_2 、 t_3 と t_2' 、 t_3' であり、中心線から e_1 と e_2 だけ間隔を開けた各位置における移動ファラデーカップからのパルスの時間間隔はそれぞれ t_4 、 t_5 と t_4' 、 t_5' である。

【0083】

一層簡単に、ビームが既に中心線に芯合わせされ、ビームストップにおいて芯出しがされていると確認できるとすれば、中心線から d_1 だけ間隔を開けたビームストップにあるもう一つのタイミングスリットと、中心線から e_1 だけ間隔を開けた移動ファラデーカップ24の一つの位置で平行度の確認ができる。従って、平行度の確認には以下の方程式を満たさねばならない。

【0084】

$$(t_2 - t_3) / (t_4 - t_5) = d_1 / e_1$$

様々なタイミングスリットからのパルス相互間隔の持続期間の測定に代え、例えばビームの各走査の始まりにすることができる基準時間に対しパルスのタイミングを測定することも可能である。従って、ビーム走査の全一サイクルに512単位の時間から成る既知の持続期間があれば、中央タイミングスリットからの第一パルスが $T1 = 128$ の時間であれば、即ち三角走査波形を仮定し、ビームストップ全幅に亘るビームの1/2サイクルの1/2(又は一方向での横切り)の時間にあるときビームの芯出しを確認することができる。あるいはそれに代わって、中央スリットの両側に対称的に配列したそれぞれのタイミングスリットからのパルスを使用し、

$$T2 = 256 - T3$$

ここで、 $T2$ と $T3$ は二つのスリットからのパルスの時間である。

【0085】

時間 $T4$ 、 $T5$ 、 $T6$ に付いて同様に測定できるが、ここで $T4$ は中心線に配したとき移動ファラデーカップからのパルスのタイミングであり、 $T5$ と $T6$ はビームストップにある対称的に配したスリットに対応する位置にあるときのタイミングである。

【0086】

従って、 $T1 = T4$ となる適正な芯合わせをするには、平行度を $T1 - T4$ 、 $T2 - T$

10

20

30

40

50

5 及び T 3 - T 6 から計算する。

【 0 0 8 7 】

ビームが対称的三角波形に従い走査されないとしても、芯出し、芯合わせ及び平行度をモニタすることがまた可能である。波形の形が既知である限り、制御装置 9 0 はプログラム操作でビームストップの各タイミングスリットと移動ファラデーカップからのそれぞれのパルスの各タイミングとビームの予め決めた走査波形と比較し、その比較からライン 1 1 0、1 1 5 及び 1 1 6 に現れるべき適切な誤差信号を計算することができる。

【 0 0 8 8 】

上述した実施形態において、イオンビームの走査に対応するタイミング信号はビームストッププレートの前面に形成した若干数の狭隘なスリットの後部に配した各電流収集ロッドを使用しビームストップから求められる。他の構造もまた考えられる。例として中心線 9 7 の所に分割線を配してビームストッププレート自体を実際に電氣的に絶縁した二つの部分に分割すると、ビームストッププレートの方の部分で受電する電流はビームをその部分から他の部分に走査するとき急速に減少し、この他の部分で受電する電流は同時に急速に増加する。この転換のタイミングは図 2、図 3、図 4 に記載する前文に説明した実施形態の電流収集ロッドから求める各タイミングパルスと同じような方式で利用することができる。こうして、ビームストップはスリット 6 6、6 7、6 8 の位置にそれぞれ分割線をもつ四つのセグメントを備えた構成で形成することが出来る。そこで、ビームストッププレートの各セグメントからの各種の電流信号の波形を用いて制御装置 9 0 に使用する目標のタイミング信号を出力することができるであろう。

【 0 0 8 9 】

上述で解説し、図面に記載した実施形態では、ビームストップ 2 3 がファラデーカップである。本発明の例にはビームストップが組み込まれてよいが、これは測定のために全ビーム電流を取り込むことが目的ではなく、ビームエネルギーを安全に吸収することを目的としているだけである。このようなビームストップが削除されることは無いが、磁石 5 3、5 4 を含まないことはありうるであろう。更に、このようなビームストップは図面に記載のカップ形状にする必要はない。

【 0 0 9 0 】

本発明の更なる実施形態において、抑圧型ファラデーカップではなく、移動ビーム検出装置を移動ファラデーカップ 2 4 に代えて採用してもよい。本発明を実施する目的のために移動ビーム検出装置に唯一必要なことは、走査されるビームの検出装置の上方を通過するとき、これに対応したタイミング信号を出力することである。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明を実施したビームストップを組み入れたイオン注入装置の概略平面図である。

【 図 2 】 イオン注入装置のプロセスチャンバの内部に配し、本発明の各実施形態に従いイオンビーム走査装置とコリメータを制御するシステムを解説した図 1 に記載のストップビームの概略を示す図である。

【 図 3 】 ビームストップの平面図で拡大断面を示す。

【 図 4 】 ビームストップを立面図で拡大断面を示す。

【 図 5 】 ビームストップからと、移動ファラデーカップから引き出され、ビームの芯合わせと平行度の制御に用いる信号パルスを解説したタイミング図である。

【 符号の説明 】

イオンソース

分析器磁石

1 2 . 質量選択スリット

イオンビーム

走査装置

走査したビーム

コリメータ

10

20

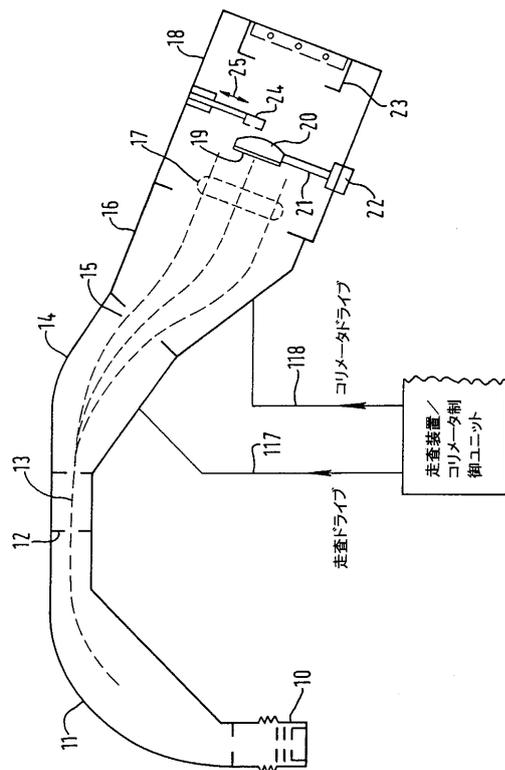
30

40

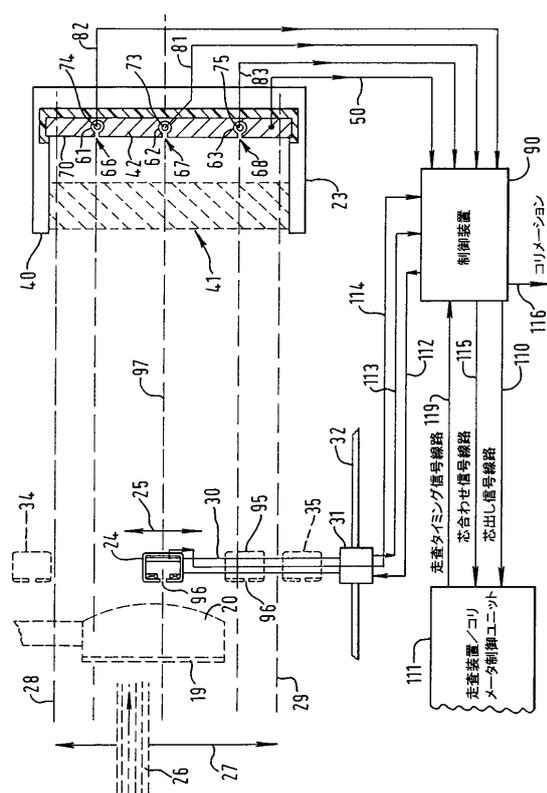
50

- 走査したビーム
- プロセスチャンバ
- ウェハ
- ウェハホルダ
- 往復走査アーム
- 作動装置
- ビームストップ
- 90 . 制御装置
- 芯出し信号ライン
- 走査装置 / コリメータ制御ユニット
- 115 . 芯合わせ信号ライン
- 走査タイミング信号ライン

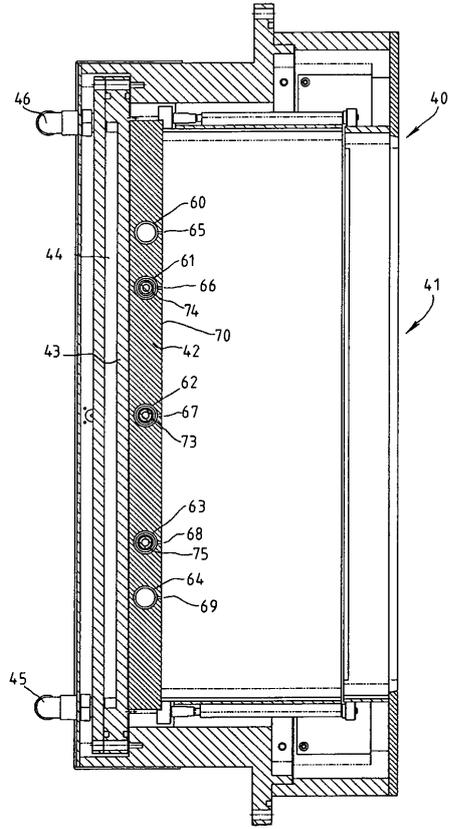
【図1】



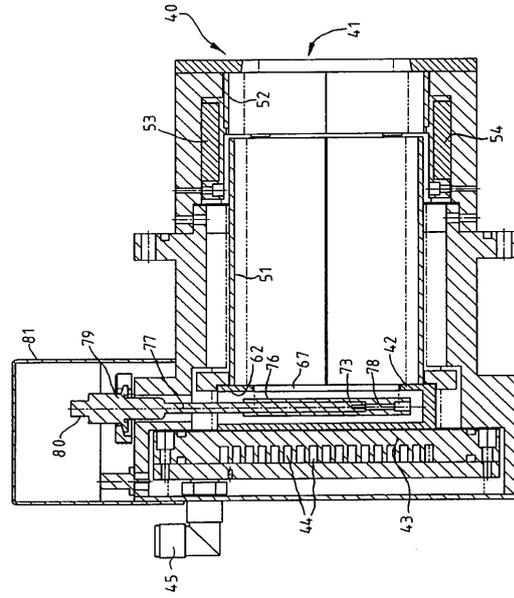
【図2】



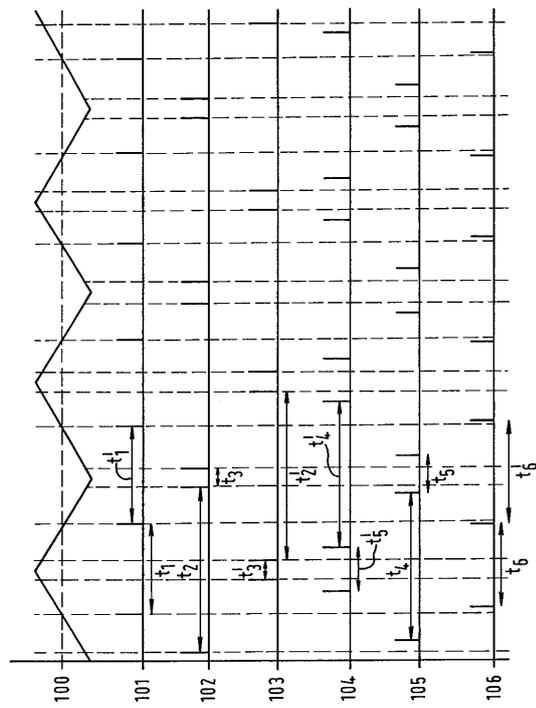
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (74)代理人 100094318
弁理士 山田 行一
- (72)発明者 ロバート ジョン クリフォード ミッチェル
イギリス, ウェスト サセックス アールエイチ20 2イーイー, ブルボラフ, ウェスト
チルティングトン ロード, サウスウッド (番地なし)
- (72)発明者 マイケル ティ. ウォーク
イギリス, ウェスト サセックス アールエイチ16 1エックスピー, ボルド ヒル レー
ン, バンティングヒル (番地なし)
- (72)発明者 ジョン ラッフエル
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェイル, ホワイト パイン テラス 115
3
- (72)発明者 ヒルトン グラヴィシュ
アメリカ合衆国, ネヴァダ州, インクライン ヴィレッジ, ピー. オー. ボックス 4
348, ティナー ウェイ 803
- (72)発明者 ピーター キンダースレイ
イギリス, ウェスト サセックス アールエイチ13 7ジェイティ, ホーシャム, タワー
ヒル, タワー コテージ (番地なし)

審査官 佐藤 仁美

- (56)参考文献 特開平10-275586(JP,A)
特開平03-017947(JP,A)
特開平10-040855(JP,A)
特開昭57-123639(JP,A)
特開平11-238486(JP,A)
特開平04-171648(JP,A)
特開平04-022900(JP,A)
特開平08-264151(JP,A)
特開平08-250062(JP,A)
特開昭63-152844(JP,A)
実開平03-012347(JP,U)
特表昭63-503340(JP,A)
特表2001-516151(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 37/30-37/36