

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-50108

(P2010-50108A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 J 37/04 (2006.01)	H O 1 J 37/04 A	2 G 0 8 8
H O 1 J 37/317 (2006.01)	H O 1 J 37/317 C	5 C 0 3 0
G O 1 T 1/29 (2006.01)	G O 1 T 1/29 A	5 C 0 3 4
H O 1 L 21/265 (2006.01)	H O 1 L 21/265 T	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-273353 (P2009-273353)	(71) 出願人	302054866
(22) 出願日	平成21年12月1日 (2009.12.1)		日新イオン機器株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-329507 (P2006-329507) の分割	(74) 代理人	100088661
原出願日	平成18年12月6日 (2006.12.6)		弁理士 山本 恵二
		(72) 発明者	池尻 忠司
			京都府京都市南区久世殿城町 5 7 5 番地
			日新イオン機器株式会社内
		(72) 発明者	趙 維江
			京都府京都市南区久世殿城町 5 7 5 番地
			日新イオン機器株式会社内
		(72) 発明者	田中 浩平
			京都府京都市南区久世殿城町 5 7 5 番地
			日新イオン機器株式会社内
		F ターム (参考)	2G088 FF12 FF14 GG27
			最終頁に続く

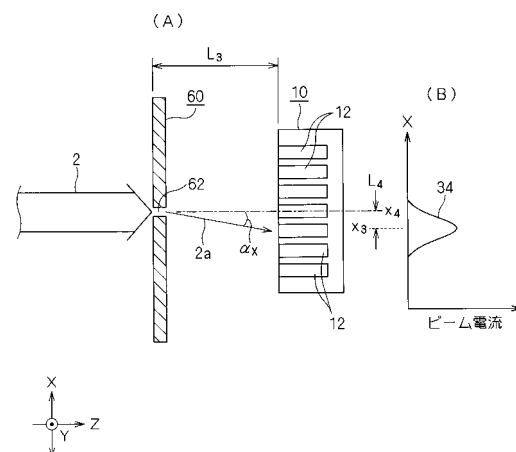
(54) 【発明の名称】 イオンビーム測定方法

(57) 【要約】

【課題】 リボン状のイオンビームのX方向およびY方向における発散角を簡単な方法で測定する測定方法を提供する。

【解決手段】 このイオンビーム測定方法は、イオンビーム2の一部を通過させる小孔62を有するマスク板60と、その下流側に設けられていて、前記小孔を通過したイオンビームを受けてそのビーム電流をそれぞれ検出する複数のビーム検出器12をX方向に有して、Y方向に可動のビームモニタ10とを用いる。そして当該ビームモニタ10をY方向に移動させることによって、小孔62を通過したイオンビームのX方向およびY方向における中心位置 x_3 、 y_3 をそれぞれ測定し、その中心位置 x_3 、 y_3 とそれに対応する小孔62間のX方向およびY方向における距離 L_4 、 L_5 ならびにマスク板60とビームモニタ10間のZ方向における距離 L_3 に基づいて、小孔62を通過したイオンビームのX方向およびY方向における発散角 α_x 、 α_y をそれぞれ測定する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオンビームの設計上の進行方向を Z 方向とし、Z 方向と実質的に直交する面内において互いに実質的に直交する 2 方向を X 方向および Y 方向とすると、X 方向の寸法よりも Y 方向の寸法が大きいリボン状のイオンビーム (2) についての測定方法であって、

前記リボン状のイオンビーム (2) の一部を通過させる小孔 (62) を Y 方向に 1 以上有するマスク板 (60) と、このマスク板 (60) の下流側に設けられていて、前記小孔 (62) を通過したイオンビーム (2a) を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出する複数のビーム検出器 (12) を X 方向に有して、Y 方向に可動のビームモニタ (10) とを用いて、当該ビームモニタ (10) を Y 方向に移動させることによって、前記各小孔 (62) を通過したイオンビーム (2a) の X 方向および Y 方向における中心位置 (x_3 、 y_3) をそれぞれ測定し、当該測定した X 方向および Y 方向における中心位置 (x_3 、 y_3) とそれに対応する前記小孔 (62) 間の X 方向および Y 方向における距離 (L_4 、 L_5) ならびに前記マスク板 (60) とビームモニタ (10) 間の Z 方向における距離 (L_3) に基づいて、前記各小孔 (62) を通過したイオンビーム (2a) の X 方向および Y 方向における発散角 (α_x 、 α_y) をそれぞれ測定することを特徴とするイオンビーム測定方法。

10

【請求項 2】

前記マスク板 (60) は、前記小孔 (62) を Y 方向に複数個有している、請求項 1 記載のイオンビーム測定方法。

20

【請求項 3】

前記ビームモニタ (10) は、前記 X 方向に直線状に並べた複数のビーム検出器 (12) を前記 Y 方向に 2 列に、千鳥状に配置した構成をしている、請求項 1 または 2 記載のイオンビーム測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えばイオン注入装置等において、リボン状（これはシート状または帯状とも呼ばれる）をしているイオンビームの進行角、発散角等を測定するイオンビーム測定方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

電氣的に平行走査されるイオンビームの走査方向（特許文献 1 では X 方向）における平行度を、イオンビームの上流側および下流側に設けられた二つの多点ビームモニタを用いて測定する測定方法が、特許文献 1 に記載されている。この平行度は、走査方向において、イオンビームの設計上の進行方向（即ち、本来進むべき進行方向。以下同様）に対する角度（即ち進行角）のことである。これは、後述するリボン状のイオンビームの Y 方向における進行角に相当する。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献 1】特許第 2969788 号公報（第 8 欄、第 4 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記測定方法は、イオンビームの走査方向における進行角の測定方法であり、走査方向と実質的に直交する方向の進行角については、特許文献 1 では何も問題にしておらず、従ってその進行角の測定方法についても何も記載されていない。

【0005】

しかし、イオンビームの設計上の進行方向を Z 方向とし、Z 方向と実質的に直交する面

50

内において互いに実質的に直交する２方向をＸ方向およびＹ方向とすると、Ｘ方向の寸法よりもＹ方向の寸法が大きいリボン状をしているイオンビームについては、そのＸ方向（短手方向）における進行角が、Ｙ方向（長手方向）においてばらついていると、当該イオンビームを用いて例えば半導体基板にイオン注入を行う場合等に、不都合を生じる可能性がある。

【０００６】

例えば、上記のようなリボン状のイオンビームと、半導体基板を当該リボン状のイオンビームの主面と交差する方向に機械的に走査することとを併用して、半導体基板にイオンビームを照射してイオン注入を行う場合に、イオンビームのＸ方向における進行角がＹ方向においてばらついていると、半導体基板に対して均一なイオン注入を行うことが難しくなる。特に近年は、半導体基板の表面に形成される半導体デバイスの微細化が進んでいるので、上記進行角のばらつきの悪影響は大きい。

10

【０００７】

上記進行角は、イオンビーム全体の言わば巨視的な進行方向を表すものであるが、その測定以外に、イオンビームの発散角を測定することも重要である。イオンビームの発散角は、イオンビーム内の小さな領域におけるイオンビームの言わば微視的な進行方向（広がり方）を表すものである。そこでこの発明は、イオンビームのＸ方向およびＹ方向における発散角の測定を簡単な方法で行うことができる測定方法を提供することを主たる目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【０００８】

この発明に係るイオンビーム測定方法は、イオンビームの設計上の進行方向をＺ方向とし、Ｚ方向と実質的に直交する面内において互いに実質的に直交する２方向をＸ方向およびＹ方向とすると、Ｘ方向の寸法よりもＹ方向の寸法が大きいリボン状のイオンビーム（２）についての測定方法であって、前記リボン状のイオンビーム（２）の一部を通過させる小孔（６２）をＹ方向に１以上有するマスク板（６０）と、このマスク板（６０）の下流側に設けられていて、前記小孔（６２）を通過したイオンビーム（２ａ）を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出する複数のビーム検出器（１２）をＸ方向に有していて、Ｙ方向に可動のビームモニタ（１０）とを用いて、当該ビームモニタ（１０）をＹ方向に移動させることによって、前記各小孔（６２）を通過したイオンビーム（２ａ）のＸ方向およびＹ方向における中心位置（ x_3 、 y_3 ）をそれぞれ測定し、当該測定したＸ方向およびＹ方向における中心位置（ x_3 、 y_3 ）とそれに対応する前記小孔（６２）間のＸ方向およびＹ方向における距離（ L_4 、 L_5 ）ならびに前記マスク板（６０）とビームモニタ（１０）間のＺ方向における距離（ L_3 ）に基づいて、前記各小孔（６２）を通過したイオンビーム（２ａ）のＸ方向およびＹ方向における発散角（ α_x 、 α_y ）をそれぞれ測定することを特徴としている。

30

【発明の効果】

【０００９】

請求項１に記載の発明によれば、上記のようなＸ方向に多点でしかもＹ方向に可動のビームモニタを用いるので、簡単な方法で、マスク板の小孔の位置におけるイオンビームのＸ方向およびＹ方向の発散角を測定することができる。

40

【００１０】

請求項２に記載の発明によれば次の更なる効果を奏する。即ち、マスク板の各小孔を通過したイオンビームについて、イオンビームのＸ方向およびＹ方向における発散角を測定することができる。その結果、リボン状のイオンビームのＹ方向における複数の位置において、イオンビームのＸ方向およびＹ方向における発散角を測定することができる。

【００１１】

請求項３に記載の発明によれば次の更なる効果を奏する。即ち、ビームモニタは、複数のビーム検出器を千鳥状に配置した構成をしているので、複数のビーム検出器をＸ方向により高密度で配置することが可能であり、従ってＸ方向における測定の分解能をより高め

50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】リボン状のイオンビームの一例を部分的に示す斜視図である。

【図2】イオンビーム測定方法の一例を説明するための図であり、(A)はビームモニタ等の配置の一例を示す平面図、(B)は測定されたビーム電流分布の一例を示す図である。

【図3】ビームモニタの一例を示す正面図である。

【図4】ビームモニタの他の例を示す正面図である。

【図5】ビームモニタの駆動装置の一例を示す図である。

10

【図6】ビームモニタの駆動装置の他の例を示す図である。

【図7】イオンビーム測定方法の他の例を説明するための図であり、(A)はビームモニタ等の配置の一例を示す平面図、(B)は測定されたビーム電流分布の一例を示す図である。

【図8】イオンビーム測定方法の他の例を説明するための図であり、(A)はビームモニタ等の配置の一例を示す側面図、(B)は測定されたビーム電流分布の一例を示す図である。

【図9】マスク板に、Y方向に複数の小孔を設けた例を示す側面図であり、図8(A)に対応している。

【図10】ビームモニタを構成するビーム検出器の不良をチェックする方法を説明するための図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、リボン状のイオンビームの一例を部分的に示す斜視図である。この明細書および図面においては、イオンビーム2の設計上の進行方向をZ方向とし、このZ方向と実質的に直交する面内において互いに実質的に直交する2方向をX方向およびY方向としている。例えば、X方向およびZ方向は水平方向であり、Y方向は垂直方向である。この明細書において「設計上の進行方向」というのは、所定の進行方向、即ち本来進むべき進行方向のことである。

【0014】

30

イオンビーム2は、走査を経ることなく、X方向の寸法 W_x よりもY方向の寸法 W_y が大きいリボン状をしている。イオンビーム2は、リボン状と言ってもX方向の寸法 W_x が紙や布のように薄いという意味ではない。例えば、イオンビーム2のX方向の寸法 W_x は30mm~80mm程度、Y方向の寸法 W_y は、対象とする基板の寸法等にも依るが、300mm~500mm程度である。

【0015】

上記イオンビーム2のX方向における進行角 θ を測定するイオンビーム測定方法(これは進行角測定方法と呼ぶこともできる)の一例を図2を参照して説明する。

【0016】

この測定方法では、イオンビーム2の進行方向Zの相対的に上流側および下流側にそれぞれ設けられていて、Y方向に可動の二つのビームモニタ10および20を用いる。

40

【0017】

第1の(上流側の)ビームモニタ10は、イオンビーム2を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出(測定)する複数のビーム検出器12をX方向に有している。即ち、X方向に配置された複数のビーム検出器12を有している多点のビームモニタである。各ビーム検出器12は、例えばファラデーカップである。後述する各ビーム検出器22も同様である。

【0018】

複数のビーム検出器12は、例えば図3に示す例のように、X方向に1行に直線状に並べたものでも良いし、例えば図4に示す例のように、X方向に直線状に並べた複数のビー

50

ム検出器 12 を Y 方向に 2 行、千鳥状に配置したものでも良い。どちらの例においても、複数のビーム検出器 12 は X 方向に一定の間隔 d で配置されている。千鳥状配置にすると、複数のビーム検出器 12 を X 方向により高密度で（例えば、1 行配置の場合の 2 倍程度の密度で）配置することが可能になり、X 方向における測定の分解能をより高めることができる。

【0019】

第 2 の（下流側の）ビームモニタ 20 も、イオンビーム 2 を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出（測定）する複数のビーム検出器 22 を X 方向に有している多点のビームモニタである。このビームモニタ 20 は、上記ビームモニタ 10 と同じ構造をしているので、その説明を参照するものとし、ここでは重複説明を省略する。即ち、上記説明のビーム検出器 12 をビーム検出器 22 と読み替えれば良い。

10

【0020】

ビームモニタ 10、20 を構成するビーム検出器 12、22 の数は、図 2 では、図示を簡略化するために、それぞれ 7 個ずつ図示しているが、それに限られるものではない。例えば、ビームモニタ 10、20 は、イオンビーム入口の直径が 5 mm のビーム検出器（ファラデーカップ）12、22 を合計 19 個ずつ、図 4 に示すように千鳥状に配置したものでも良い。

【0021】

再び図 2 を参照して、上記二つのビームモニタ 10、20 を用いて、互いに Y 方向における実質的に同じ位置において、イオンビーム 2 の X 方向における中心位置 x_1 、 x_2 をそれぞれ測定する。例えば、まずイオンビーム 2 をビームモニタ 10 で受けて測定し、次にビームモニタ 10 をイオンビーム 2 から退避させておいてビームモニタ 20 でイオンビーム 2 を受けて測定する。これとは逆の順でも良い。

20

【0022】

イオンビーム 2 が、例えば図 2 に示す例のように設計上の進行方向 Z からずれている場合、ビームモニタ 10 の各ビーム検出器 12 には、図 2 B 中に実線で示すように、それぞれ異なった値のビーム電流が流れる。イオンビーム 2 は、図 2 等では図示の都合上、その端部を線で表しているが、実際はイオンビーム 2 の端部は広がりを持っているので、図 2 B に示すように広がりを持ってビーム電流が流れる。 $f_1 \sim f_7$ は、各ビーム検出器 12 の X 方向における中心の位置である。図示例では、第 5 番目のビーム検出器 12 付近のビーム電流が他に比べて大きくなる。この離散的なビーム電流分布を曲線で結ぶと、ビーム電流分布 30 が得られる。このビーム電流分布 30 の例えば重心位置を、イオンビーム 2 の X 方向における中心位置 x_1 とする。

30

【0023】

重心位置の代わりにピーク位置を中心位置 x_1 としても良い。もっとも、隣り合うビーム検出器 12 に流れるビーム電流の値が互いに似た値になってピーク位置を定めにくい場合があるので、重心位置の方がイオンビーム 2 の中心位置を決定しやすい。ビームモニタ 20 においても同様である。後述するマスク板 60 の小孔 62（図 7～図 9 参照）を通過したイオンビーム 2 a の中心位置を決定する場合も同様である。

【0024】

同様に、ビームモニタ 20 の各ビーム検出器 22 には、図 2 B 中に実線で示すように、それぞれ異なった値のビーム電流が流れる。 $b_1 \sim b_7$ は、各ビーム検出器 22 の X 方向における中心の位置である。図示例では、第 3 番目のビーム検出器 22 付近のビーム電流が他に比べて大きくなる。この離散的なビーム電流分布を曲線で結ぶと、ビーム電流分布 32 が得られる。このビーム電流分布 32 の例えば重心位置を、イオンビーム 2 の X 方向における中心位置 x_2 とする。重心位置の代わりにピーク位置を中心位置 x_2 としても良い。

40

【0025】

上記測定した二つの中心位置 x_1 、 x_2 間の X 方向における距離 L_2 （即ち $x_1 - x_2$ または $x_2 - x_1$ ）および二つのビームモニタ 10、20 間の Z 方向における距離 L_1 に

50

基づいて、イオンビーム 2 の X 方向における進行角 θ を測定する。進行角 θ は、イオンビーム 2 の設計上の進行方向 Z に対する、現実のイオンビーム 2 の X 方向における角度である。この進行角 θ は、具体的には、次式で表すことができるので、それを求める。

【 0 0 2 6 】

[数 1]

$$\theta = \tan^{-1} (L_2 / L_1)$$

【 0 0 2 7 】

しかも、二つのビームモニタ 10、20 を Y 方向に移動させて、上記進行角 θ の測定を Y 方向における複数の位置において行う。例えば、イオンビーム 2 の Y 方向における上部、中央部、下部において測定する。その場合、上述したように、二つのビームモニタ 10、20 は、互いに Y 方向における実質的に同じ位置において、イオンビーム 2 の中心位置 x_1 、 x_2 を測定する。

10

【 0 0 2 8 】

この測定方法によれば、上記のような X 方向に多点でしかも Y 方向に可動の二つのビームモニタ 10、20 を用いるので、簡単な方法で、リボン状のイオンビーム 2 の X 方向における進行角 θ を、Y 方向における複数の位置において測定することができる。その結果、上記進行角 θ の Y 方向におけるばらつきを簡単な方法で知ることができる。

【 0 0 2 9 】

上記ビームモニタ 10、20 を、イオンビーム 2 が輸送される真空容器 6 (図 5、図 6 参照) 内で、Y 方向に移動させる駆動装置の例を図 5、図 6 にそれぞれ示す。両図では、ビームモニタとしてビームモニタ 10 を例に説明しているが、ビームモニタ 20 の駆動装置もこれと同様である。ビームモニタ 10 を構成するビーム検出器 12 の配置は、図 2 に示したような直線状配置でも良い。ビームモニタ 20 を構成するビーム検出器 22 についても同様である。

20

【 0 0 3 0 】

図 5 に示す駆動装置 40 a は、イオンビーム 2 が輸送される真空容器 6 内に設けられたボールナット部 46 と、このボールナット部 46 と螺合しているボールねじ 44 と、このボールねじを往復回転させる可逆転式のモータ部 42 と、ボールねじ 44 が真空容器 6 を貫通する部分を真空シールする機能を有する軸受部 48 とを備えており、ビームモニタ 10 はこの例ではボールナット部 46 に支持されている。

30

【 0 0 3 1 】

モータ部 42 によってボールねじ 44 を矢印 A で示すように左右に回転させることによって、ボールナット部 46 およびビームモニタ 10 を矢印 B で示すように Y 方向に上下に移動させることができる。それによって、ビームモニタ 10 を、イオンビーム 2 の Y 方向における複数位置に位置させることができる。モータ部 42 はエンコーダを有しており、ビームモニタ 10 の Y 方向の位置情報を出力することができる。

【 0 0 3 2 】

図 6 に示す駆動装置 40 b は、上記駆動装置 40 a に、ビームモニタ 10 を X 方向に移動させる機構を付加したものである。即ち、真空容器 6 内に設けられたボールナット部 54 と、このボールナット部 54 と螺合しているボールねじ 52 と、上記ボールナット部 46 に支持されていてボールねじ 52 を往復回転させるモータ部 50 とを付加したものであり、ビームモニタ 10 はこの例ではボールナット部 54 に支持されている。

40

【 0 0 3 3 】

この駆動装置 40 b においては、ビームモニタ 10 の Y 方向の移動は、上記駆動装置 40 a の場合と同様にモータ部 42 によって行うことができる。また、モータ部 50 を矢印 C で示すように左右に回転させることによって、ボールナット部 54 およびビームモニタ 10 を矢印 D で示すように X 方向に左右に移動させることができる。それによって、ビームモニタ 10 を、イオンビーム 2 の入射領域内で X 方向に移動させることができる。モータ部 50 はエンコーダを有しており、ビームモニタ 10 の X 方向の位置情報を出力することができる。なお、ビームモニタ 10 とボールねじ 44 とはイオンビーム進行方向 Z の前

50

後に互いにずらして配置して、ビームモニタ 10 を X 方向に移動させても、それがボールねじ 44 に当たることがないようにしている。

【0034】

この駆動装置 40 b のように、ビームモニタ 10 を Y 方向だけでなく X 方向にも移動させることができるようにすると、例えば、ビームモニタ 10 を、複数のビーム検出器 12 の X 方向における間隔 d (図 3、図 4、図 10 参照) の 1/2 程度の距離だけ X 方向に移動させることができ、それによって、ビームモニタ 10 による X 方向の測定の分解能を高めることができる。また、後述するビーム検出器 12 の不良チェックに用いることもできる。ビームモニタ 20 の移動についても同様である。

【0035】

次に、上記イオンビーム 2 の X 方向および Y 方向における発散角を測定するイオンビーム測定方法 (これは発散角測定方法と呼ぶこともできる) を図 7 ~ 図 9 を参照して説明する。上記進行角 θ は、イオンビーム 2 全体の巨視的な進行方向を表すものであり、以下に述べる発散角 α_x 、 α_y は、イオンビーム 2 内の小さな領域におけるイオンビームの微視的な進行方向 (広がり方) を表すものである。

【0036】

なお、上記ビームモニタ 10 とビームモニタ 20 とは互いに同じ構造をしているので、以下の測定方法においては、どちらのビームモニタを用いても良い。以下では、ビームモニタ 10 を用いる場合を例に説明する。

【0037】

このイオンビーム測定方法は、上記リボン状のイオンビーム 2 の一部を通過させる小孔 62 を Y 方向に 1 以上有するマスク板 60 と、このマスク板 60 の下流側に設けられていて、上記小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出する複数のビーム検出器 12 を X 方向に有して、Y 方向に可動の上記ビームモニタ 10 とを用いて、ビームモニタ 10 を Y 方向に移動させることによって、上記各小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a の X 方向および Y 方向における中心位置 x_3 、 y_3 をそれぞれ測定し、上記測定した中心位置 x_3 、 y_3 とそれに対応する上記小孔 62 間の X 方向および Y 方向における距離 L_4 、 L_5 ならびにマスク板 60 とビームモニタ 10 間の Z 方向における距離 L_3 に基づいて、上記各小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a の X 方向および Y 方向における発散角 α_x 、 α_y をそれぞれ測定するものである。

【0038】

これを詳述すると、図 7、図 8 に示す例では、上記ビームモニタ 10 の上流側に、上記リボン状のイオンビーム 2 の一部を通過させる 1 個の小孔 62 を有するマスク板 60 を配置している。小孔 62 は、例えば、円形の小孔である。この小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a は細いものである。

【0039】

ビームモニタ 10 は、前述したような構成をしている。即ち、ビームモニタ 10 は、マスク板 60 の下流側に設けられていて、小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a を受けてそのビーム電流をそれぞれ検出 (測定) する複数のビーム検出器 12 を X 方向に有しており、かつ Y 方向に可動である。このビームモニタ 10 を Y 方向に駆動する駆動装置の例は、先に図 5、図 6 を参照して説明したとおりである。

【0040】

そして、ビームモニタ 10 を図 8 中に矢印 B で示すように Y 方向に移動させることによって、マスク板 60 の小孔 62 を通過したイオンビーム 2 a の X 方向および Y 方向における中心位置をそれぞれ測定する。

【0041】

X 方向については、イオンビーム 2 a の進行方向が、例えば図 7 に示す例のように、小孔 62 の X 方向における中心位置 x_4 からずれている場合、ビームモニタ 10 の各ビーム検出器 12 には、図 7 B に示すようなビーム電流分布 34 のビーム電流が流れる。このビーム電流分布 34 は、図 2 B の場合と同様に、離散的なビーム電流分布を曲線で結んで表

10

20

30

40

50

示したものである。このビーム電流分布 3 4 の例えば重心位置を、イオンビーム 2 a の X 方向における中心位置 x_3 とする。重心位置の代わりにピーク位置を中心位置 x_3 としても良い。小孔 6 2 の X 方向における中心位置 x_4 は予め分かっているから、二つの中心位置 x_3 、 x_4 間の X 方向における距離 L_4 (即ち $x_3 - x_4$ または $x_4 - x_3$) を求めることができる。

【 0 0 4 2 】

同様に、Y 方向については、イオンビーム 2 a の進行方向が、例えば図 8 に示す例のように、小孔 6 2 の Y 方向における中心位置 y_4 からずれている場合、イオンビーム 2 a が入射する、ある一つのビーム検出器 1 2 に着目すると、当該ビーム検出器 1 2 には、ビームモニタ 1 0 の Y 方向の移動に伴って例えば図 8 B に示すようなビーム電流分布 3 6 のビーム電流が流れる。このビーム電流分布 3 6 は、一つの Y 方向に移動するビーム検出器 1 2 で測定したものであるので連続的なものである。このビーム電流分布 3 6 の例えば重心位置を、イオンビーム 2 a の Y 方向における中心位置 y_3 とする。重心位置の代わりにピーク位置を中心位置 y_3 としても良い。小孔 6 2 の Y 方向における中心位置 y_4 は予め分かっているから、二つの中心位置 y_3 、 y_4 間の Y 方向における距離 L_5 (即ち $y_3 - y_4$ または $y_4 - y_3$) を求めることができる。

【 0 0 4 3 】

そして、上記距離 L_4 および L_5 ならびにマスク板 6 0 とビームモニタ 1 0 間の Z 方向における距離 L_3 に基づいて、小孔 6 2 を通過したイオンビーム 2 a の X 方向における発散角 α_x および Y 方向における発散角 α_y をそれぞれ測定する。両発散角 α_x 、 α_y は、具体的には、次式で表すことができるので、それを求める。

【 0 0 4 4 】

[数 2]

$$\alpha_x = \tan^{-1} (L_4 / L_3)$$

【 0 0 4 5 】

[数 3]

$$\alpha_y = \tan^{-1} (L_5 / L_3)$$

【 0 0 4 6 】

この測定方法によれば、上記のような X 方向に多点でしかも Y 方向に可動のビームモニタ 1 0 を用いるので、簡単な方法で、マスク板 6 0 の小孔 6 2 の位置におけるイオンビーム 2 の X 方向および Y 方向の発散角 α_x 、 α_y を測定することができる。ビームモニタ 1 0 の代わりにビームモニタ 2 0 を用いる場合も同様である。

【 0 0 4 7 】

上記マスク板 6 0 に、小孔 6 2 を Y 方向に複数個設けておいても良い。その一例を図 9 に示す。図 9 は小孔 6 2 が 3 個の場合の例であるが、それに限られるものではない。この場合、各小孔 6 2 は、各小孔 6 2 を通過したイオンビーム 2 a がビームモニタ 1 0 に入射する位置で互いに重ならないように Y 方向に離しておくのが好ましい。重なりによる測定誤差を排除するためである。

【 0 0 4 8 】

小孔 6 2 を上記のように複数個設けておくと、各小孔 6 2 を通過したイオンビーム 2 a について、図 7、図 8 を参照して説明した測定方法によって、イオンビーム 2 a の X 方向および Y 方向における発散角 α_x 、 α_y を測定することができる。その結果、リボン状のイオンビーム 2 の Y 方向における複数の位置において、イオンビーム 2 の X 方向および Y 方向における発散角 α_x 、 α_y を測定することができる。

【 0 0 4 9 】

次に、上記ビームモニタ 1 0、2 0 を構成するビーム検出器 1 2、2 2 の不良をチェックする方法を図 1 0 を参照して説明する。ビームモニタ 1 0 とビームモニタ 2 0 とは前述したように互いに同じ構造をしているので、以下においてはビームモニタ 1 0 を例に説明するけれども、ビームモニタ 2 0 についても同様である。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

ビームモニタ 10 をイオンビーム 2 の経路内に入れて、ビームモニタ 10 にイオンビーム 2 が入射している状態で、例えば第 1 行 1 4 のビーム検出器 1 2 に着目すると、まず最初に第 1 行 1 4 内の任意の 1 個のビーム検出器 1 2 によってイオンビーム 2 のビーム電流を測定し、このビーム電流値を図示しない記憶手段に記憶する。その後、ビームモニタ 10 を X 方向に、ビーム検出器 1 2 の間隔 d ずつ移動させて、最初の測定と同じ位置において、他のビーム検出器 1 2 によってイオンビーム 2 のビーム電流を順次測定し、そのビーム電流値を記憶する。このようにして、第 1 行 1 4 の全てのビーム検出器 1 2 によって、イオンビーム 2 の同じ位置において、イオンビーム 2 のビーム電流の測定を行い、測定したビーム電流値を記憶する。

【0051】

その後、上記のようにして記憶したビーム電流値同士をそれぞれ比較して、所定の許容範囲内から外れたビーム電流値があるか否かを判定し、外れたビーム電流値があれば、そのビーム電流値を測定したビーム検出器 1 2 は不良であると判定する。更に必要に応じて、当該不良のビーム検出器 1 2 を正常なものと交換する。これは、イオンビーム 2 の同じ位置においてビーム電流を測定するので、全てのビーム検出器 1 2 が正常であれば、全てのビーム電流値は所定の範囲内に入るはずだからである。

【0052】

ビームモニタ 10 のビーム検出器 1 2 が上述したように千鳥状配置の場合は、第 2 行 1 6 のビーム検出器 1 2 についても、上記と同様にして、第 2 行 1 6 の全てのビーム検出器 1 2 によって、イオンビーム 2 の同じ位置において、イオンビーム 2 のビーム電流の測定、記憶、比較、不良判定を行えば良い。更に必要に応じて、不良のビーム検出器 1 2 を正常なものと交換すれば良い。

【0053】

ビームモニタ 10 を構成するビーム検出器 1 2 が図 3 に示した例のように 1 行に配置されている場合は、上記第 1 行 1 4 のビーム検出器 1 2 について説明したのと同様の方法でチェック等を行えば良い。

【0054】

上記方法によってビーム検出器 1 2 の不良チェックを行うことにより、不良のビーム検出器 1 2 による誤った測定値を用いずに済むので、前述したイオンビーム 2 の進行角 θ の測定およびイオンビーム 2 の発散角 α_x 、 α_y の測定の精度および信頼性を高めることができる。

【0055】

X 方向に多点でしかも Y 方向に可動の上記ビームモニタ 10 を用いて、イオンビーム 2 の X 方向および Y 方向の 2 次元のプロファイル（ビーム電流密度分布）を測定することも可能であるが、この場合も、上記方法によってビーム検出器 1 2 の不良チェック等を行うことにより、上記プロファイル測定の精度および信頼性を高めることができる。ビームモニタ 20 を用いる場合も同様である。

【符号の説明】

【0056】

- 2、2 a イオンビーム
- 10 ビームモニタ
- 12 ビーム検出器
- 20 ビームモニタ
- 22 ビーム検出器
- 40 a、40 b 駆動装置
- 60 マスク板
- 62 小孔

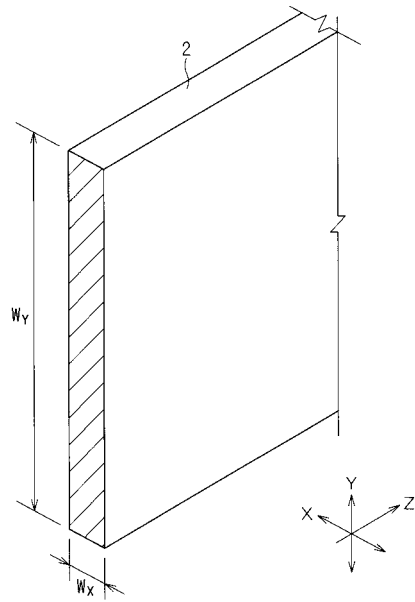
10

20

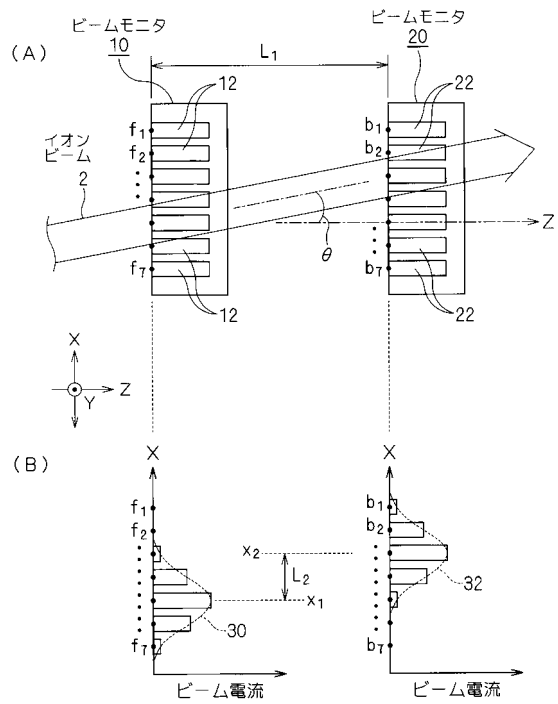
30

40

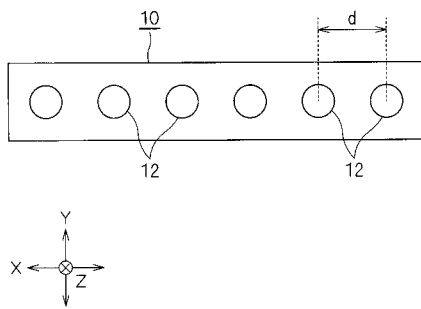
【図 1】



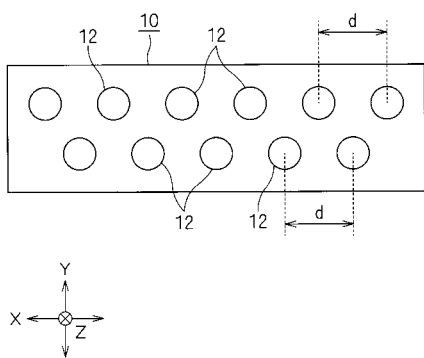
【図 2】



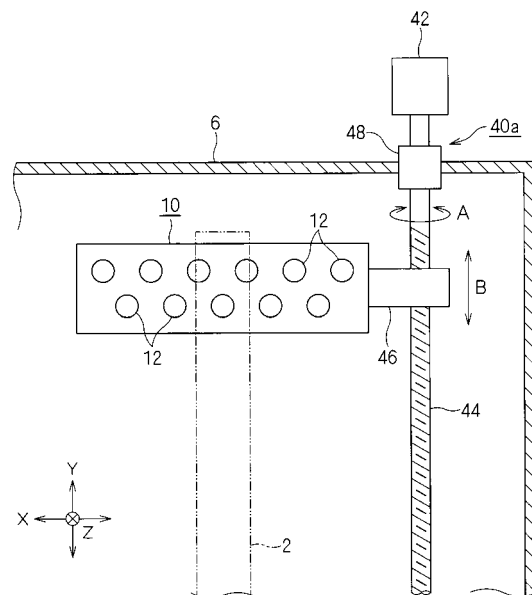
【図 3】



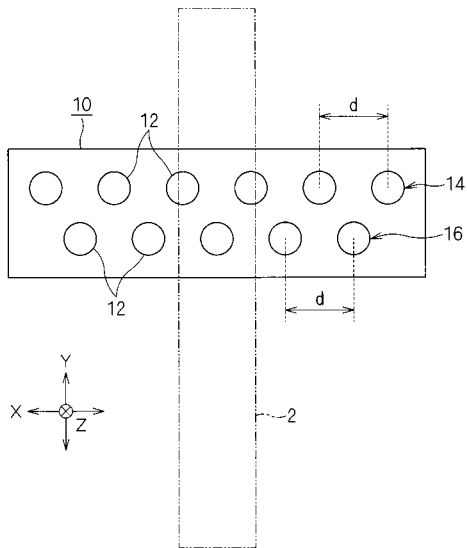
【図 4】



【図 5】



【図 10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C030 AA02 AB05
5C034 CD08