



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I803572 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：108104878

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 14 日

(51)Int. Cl. : *H01J37/28 (2006.01)**H01J37/30 (2006.01)**H01J37/317 (2006.01)**H01J37/20 (2006.01)**G01N1/28 (2006.01)**G01N1/32 (2006.01)**G01N23/225 (2018.01)*

(30)優先權：2018/02/20 日本

2018-028166

(71)申請人：日商日立高新技術科學股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECH SCIENCE CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：山本洋 YAMAMOTO, YO (JP)；酉川翔太 TORIKAWA, SHOTA (JP)；鈴木秀和 SUZUKI, HIDEKAZU (JP)；鈴木浩之 SUZUKI, HIROYUKI (JP)；岡部衛 OKABE, MAMORU (JP)；麻畑達也 ASAHATA, TATSUYA (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 439086B

TW 200926245A

TW 201423820A

JP 2007-164992A

JP 2008-270073A

US 2006/0022150A1

US 2008/0067396A1

US 2013/0001420A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：4 共 26 頁

(54)名稱

帶電粒子束裝置、試料加工觀察方法

(57)摘要

提供如下的帶電粒子束裝置和使用該帶電粒子束裝置的試料加工觀察方法，該帶電粒子束裝置具備鎢離子束鏡筒、具有半浸沒透鏡型的物鏡的電子束鏡筒和氣體離子束鏡筒，能夠在短時間內高效地進行試料的終飾加工和試料加工面的高精度的 SEM 像取得。帶電粒子束裝置的特徵為：前述帶電粒子束裝置至少具有：鎢離子束鏡筒，其朝向試料照射鎢離子束，形成前述試料的截面；電子束鏡筒，其具有半浸沒透鏡型的物鏡，朝向試料照射電子束；以及氣體離子束鏡筒，其朝向前述試料的截面照射氣體離子束，進行前述試料的截面的終飾加工，前述氣體離子束具有比前述試料的截面的最大直徑大的束流直徑。

指定代表圖：



GB · · · 鎔離子束



I803572

【發明摘要】

【中文發明名稱】

帶電粒子束裝置、試料加工觀察方法

【中文】

提供如下的帶電粒子束裝置和使用該帶電粒子束裝置的試料加工觀察方法，該帶電粒子束裝置具備鎵離子束鏡筒、具有半浸沒透鏡型的物鏡的電子束鏡筒和氣體離子束鏡筒，能夠在短時間內高效地進行試料的終飾加工和試料加工面的高精度的SEM像取得。帶電粒子束裝置的特徵為：前述帶電粒子束裝置至少具有：鎵離子束鏡筒，其朝向試料照射鎵離子束，形成前述試料的截面；電子束鏡筒，其具有半浸沒透鏡型的物鏡，朝向試料照射電子束；以及氣體離子束鏡筒，其朝向前述試料的截面照射氣體離子束，進行前述試料的截面的終飾加工，前述氣體離子束具有比前述試料的截面的最大直徑大的束流直徑。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

10：帶電粒子束裝置

11：試料室

12：載台(試料載台)

13：試料台

14：鎵離子束鏡筒

14a：前端部

15：電子束鏡筒

15a：前端部

16：二次電子檢測器

17：氣槍

18：氣體離子束鏡筒

18a：前端部

21：控制部

22：顯示裝置

23：輸入裝置

P：交點

S：試料

FIB：帶電粒子束

EB：電子束

GB：鎵離子束

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

帶電粒子束裝置、試料加工觀察方法

【技術領域】

本發明有關用於使用帶電粒子束進行試料加工的帶電粒子束裝置和使用帶電粒子束的試料加工觀察方法。

【先前技術】

例如，作為將半導體器件等試料的內部構造進行解析並進行立體觀察的方法之一，公知有如下的試料截面加工觀察方法：使用搭載了帶電粒子束(Focused Ion Beam；FIB)鏡筒和電子束(Electron Beam；EB)鏡筒的帶電粒子束複合裝置，進行基於FIB的截面形成加工，並且藉由掃描型電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope；SEM)對其截面進行觀察(例如參照專利文獻1)。

作為這種帶電粒子束複合裝置的帶電粒子束，一般使用將鎔作為離子源的鎔離子束。但是，鎔離子束與試料之間的化學反應性較高，由於鎔離子的碰撞而使對於試料表面的損傷較大，由此產生的損傷層的去除成為課題。為了解決這種課題，開發了在帶電粒子束複合裝置中還具有氣體離子束鏡筒的三束結構的帶電粒子束複合裝置，該氣體離子束鏡筒可照射將稀有氣體等氣體作為離子源的氣體離子束(例如參照專利文獻2)。

在該三束結構的帶電粒子束複合裝置中，例如，在使用鎵離子束高效進行試料的截面加工後，能夠利用氣體離子束去除由於鎵離子束而產生的截面的損傷層並進行終飾加工。由此，能夠形成損傷較少的試料的觀察用截面。

此外，伴隨著半導體器件的進一步微細化，要求試料的加工監視時的SEM圖像的高分辨率化。特別地，在試料製作的最終階段，為了準確地捕捉目標位置，要求高分辨率和即時性。為了實現SEM圖像的高分辨率化，還採用在電子束鏡筒與試料之間形成電子透鏡的半浸沒透鏡方式。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

專利文獻1：日本特開2008-270073號公報

專利文獻2：日本特開2007-164992號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

在上述這種帶電粒子束複合裝置中應用了半浸沒透鏡型的電子束鏡筒的情況下，在電子束鏡筒的外側產生物鏡(電子透鏡)的磁場。而且，有時從接近配置的氣體離子束鏡筒照射的氣體離子束由於電子束鏡筒的電子透鏡的磁場而朝不期望的方向偏向。由此，很難進行使用氣體離子束進行試料終飾加工並觀察試料加工面的SEM像的即時加工觀察。

此外，在交替進行基於氣體離子束的試料終飾加工和

試料加工面的SEM像的取得的情況下，在試料的終飾加工時，斷開電子束鏡筒的物鏡的磁場。但是，由於磁滯現象，僅斷開透鏡的勵磁電流，未完全消除物鏡的磁場，因此，需要額外進行消磁處理。由此，切換氣體離子束的照射和基於電子束鏡筒的SEM像的取得需要較長時間成為課題。

本發明是鑒於前述情況而完成的，其目的在於，提供如下的帶電粒子束裝置和使用該帶電粒子束裝置的試料加工觀察方法，該帶電粒子束裝置具備鎵離子束鏡筒、具有半浸沒透鏡型的物鏡的電子束鏡筒和氣體離子束鏡筒，能夠在短時間內高效地進行試料的截面的終飾加工和試料的截面的高精度的SEM像取得。

[解決問題之技術手段]

為了解決上述課題，本實施方式的態樣提供如以下的帶電粒子束裝置、試料加工觀察方法。

即，本發明的帶電粒子束裝置的特徵在於，前述帶電粒子束裝置至少具有：鎵離子束鏡筒，其朝向試料照射鎵離子束，形成前述試料的截面；電子束鏡筒，其具有半浸沒透鏡型的物鏡，朝向試料照射電子束；以及氣體離子束鏡筒，其朝向前述試料的截面照射氣體離子束，進行前述試料的截面的終飾加工，前述氣體離子束具有比前述試料的截面的最大直徑大的束流直徑。

此外，在本發明中，較佳為，如下交點與前述氣體離

子束鏡筒的前端部之間的距離大於前述交點與前述鎂離子束鏡筒的前端部及前述電子束鏡筒的前端部之間的距離，其中，前述鎂離子束、前述電子束和前述氣體離子束各自的束流光軸在該交點交叉。

此外，在本發明中，較佳為，前述氣體離子束鏡筒具有物鏡和使前述氣體離子束偏向的偏向手段，前述偏向手段配置在比前述物鏡更接近前述氣體離子束鏡筒的前端部的位置。

此外，在本發明中，較佳為，前述偏向手段由相互對置配置的1組以上的平行平板電極所成，使前述氣體離子束朝與如下的偏向方向相反的方向偏向，該偏向方向是前述氣體離子束由於來自前述電子束鏡筒的泄漏磁場而偏向的方向。

此外，在本發明中，較佳為，前述偏向手段具有1.5mm以上的偏向能力。

此外，在本發明中，較佳為，前述氣體離子束的束流能量為0.5keV以上且1.0keV以下，並且前述氣體離子束的束流直徑為50 μ m以上且1000 μ m以下。

此外，在本發明中，較佳為，前述氣體離子束鏡筒具有偏向遮蔽板，該偏向遮蔽板將由於前述電子束鏡筒的外部磁場而偏向的前述氣體離子束進行遮蔽。

本發明的試料加工觀察方法使用前述各項記載的帶電粒子束裝置，其特徵在於，前述試料加工觀察方法具有如下的即時加工觀察工序：在藉由前述氣體離子束進行前述

試料的截面的終飾加工的同時，使用前述電子束鏡筒以半浸沒透鏡模式取得前述試料的截面的SEM像。

本發明的試料加工觀察方法使用前述各項記載的帶電粒子束裝置，其特徵在於，前述試料加工觀察方法交替進行終飾加工工序和SEM像取得工序，在前述終飾加工工序中，藉由前述氣體離子束進行前述試料的截面的終飾加工，在前述SEM像取得工序中，使用前述電子束鏡筒以半浸沒透鏡模式取得前述試料的截面的SEM像。

發明效果

根據本發明，能夠提供如下的帶電粒子束裝置和使用該帶電粒子束裝置的試料加工觀察方法：在具備鎵離子束鏡筒、具有半浸沒透鏡型的物鏡的電子束鏡筒和氣體離子束鏡筒的帶電粒子束裝置中，能夠在短時間內高效地進行試料的截面的終飾加工和試料的截面的高精度的SEM像取得。

【圖式簡單說明】

圖1是表示本發明的實施方式的帶電粒子束裝置整體的概略結構圖。

圖2是表示電子束鏡筒的結構的概略結構圖。

圖3是表示氣體離子束鏡筒的結構的概略結構圖。

圖4是表示終飾加工時的試料的狀態的說明圖。

【實施方式】

下面，參照附圖對本發明的一個實施方式即帶電粒子束裝置和使用該帶電粒子束裝置的試料加工觀察方法進行說明。另外，以下所示的各實施方式為了更好地理解發明主旨而進行具體說明，只要沒有特別指定，則不對本發明進行限定。此外，在以下說明所使用的附圖中，為了容易理解本發明的特徵，有時為了簡便而放大表示作為主要部分的部分，各構成要素的尺寸比率等不一定與實際相同。

(帶電粒子束裝置)

圖1是表示本發明的實施方式的帶電粒子束裝置整體的概略結構圖。

本發明的實施方式的帶電粒子束裝置10具有：試料室11，其能夠使內部維持真空狀態；以及載台12，其能夠在試料室11的內部固定用於載置試料S的試料台13。

帶電粒子束裝置10具有朝向試料室11的內部的既定的照射區域(即掃描範圍)內的照射對象、例如試料S照射鎵離子束的鎵離子束鏡筒14。這種鎵離子束鏡筒14具有使用液體鎵等的鎵源(圖示省略)。從鎵離子束鏡筒14的出射端即前端部14a照射例如 $1\mu\text{m}$ 以下的束流直徑的鎵離子束(FIB)。鎵離子束的束流能量例如為 100eV 以上且 50keV 以下的範圍。

帶電粒子束裝置10具有朝向試料室11的內部的既定的照射區域內的照射對象、例如試料S照射電子束(EB)的電

子束鏡筒15。該電子束鏡筒15的更加詳細的結構在後面敘述。

此外，帶電粒子束裝置10具有檢測由於照射電子束而從試料S產生的二次電子的二次電子檢測器16。二次電子檢測器16檢測對於試料S等照射對象照射電子束時從照射對象放射的二次帶電粒子(二次電子)的強度(即二次電子的量)，輸出二次電子的檢測量的信息。二次電子檢測器16在試料室11的內部配置在能夠檢測二次電子的量的位置、例如相對於照射區域內的試料S等照射對象斜上方的位置等。

帶電粒子束裝置10具有朝向試料室11的內部的既定的照射區域內的照射對象、例如試料S照射氣體離子束的氣體離子束鏡筒18。在本實施方式中，作為氣體離子束，使用應用了作為稀有氣體的氬的氬離子束(GB)。該氣體離子束鏡筒18的更加詳細的結構在後面敘述。

帶電粒子束裝置10具有朝照射對象、例如試料S的表面供給氣體的氣槍17。氣槍17例如具有外徑為200 μ m左右的噴嘴等。氣槍17例如供給用於選擇性地促進基於鎵離子束的試料蝕刻的蝕刻用氣體、以及用於在試料S的表面形成基於金屬或絕緣體等堆積物的沉積膜的沉積用氣體等。

帶電粒子束裝置10具有控制部21、顯示裝置22、輸入器件23。控制部21是對於構成帶電粒子束裝置10的鎵離子束鏡筒14、電子束鏡筒15、二次電子檢測器16、氣體離子束鏡筒18、氣槍17等進行控制的控制單元。控制部21例如

由個人電腦和介面等構成。顯示裝置22顯示基於由二次電子檢測器16檢測到的二次電子的試料S的圖像等。

另外，除了上述結構以外，帶電粒子束裝置10還設置有使載置於載台12上的試料S移動的針機構(圖示略)等。

圖2是表示電子束鏡筒的結構的概略結構圖。在本實施方式中，作為電子束鏡筒，使用半浸沒透鏡型的電子束鏡筒15。電子束鏡筒15具有：產生電子的電子源31、使從電子源31射出的電子束(EB)聚焦的聚光透鏡32、使電子束(EB)偏向的偏向器33、物鏡部34等。

物鏡部34具有用於形成作為電子透鏡的第1物鏡35的第1線圈36、以及用於形成作為電子透鏡的第2物鏡37的第2線圈38。第1物鏡35形成在電子束鏡筒15的出射端即前端部15a的內側且第1線圈36、第2線圈38的外側。此外，第2物鏡37形成在電子束鏡筒15的前端部15a的外側、例如電子束鏡筒15的前端部15a與載置於載台12上的試料S之間。試料S的一部分例如進入第2物鏡37的形成範圍中。

這樣，電子束鏡筒15成為在第1線圈36和第2線圈38與試料S之間形成第1物鏡35和第2物鏡37的半浸沒透鏡型。藉由使電子束鏡筒15的物鏡部34成為半浸沒透鏡型，能夠縮短電子束(EB)的焦距，例如，與外透鏡型的物鏡相比，能夠以高分辨率觀察試料S。此外，試料S配置在第1線圈36和第2線圈38的外側，因此，不會由於第1線圈36和第2線圈38的內徑來限制試料S的尺寸，與內透鏡型的物鏡相比，能夠觀察尺寸更大的試料S。

圖3是表示氣體離子束鏡筒的結構的概略結構圖。在本實施方式中，氣體離子束鏡筒18照射應用氬作為氣體的氬離子束(GB)。另外，從氣體離子束鏡筒18照射的氣體離子束不限於氬離子束，例如，也可以是使用氖、氮、氫等其他氣體的氣體離子束。

氣體離子束鏡筒18朝向出射端即前端部18a依次具有：氬離子源41、聚光透鏡42、消隱電極43、物鏡電極44、遮蔽板45和偏向電極(偏向手段)46。

氣體離子束鏡筒18將氬氣進行離子化，例如，能夠以1.0keV左右的低加速電壓進行照射。與鎵離子束(FIB)相比，這種氬離子束(GB)的聚焦性較低，因此，針對試料S的蝕刻率較低。因此，在藉由鎵離子束進行試料S的截面形成後，氬離子束(GB)適合於該截面的精密的終飾加工。

從氣體離子束鏡筒18照射的氬離子束(GB)的束流能量為0.5keV以上且1.0keV以下。此外，束流直徑為50 μm 以上且1000 μm 以下，更佳為100 μm 以上且300 μm 以下。

消隱電極43藉由通電將氬離子束(GB)進行遮蔽。

物鏡電極44在內部形成作為電子透鏡的物鏡48。藉由這種物鏡48，氬離子束(GB)被聚焦。

遮蔽板45位於物鏡電極44與偏向電極46之間，將由於外部磁場而偏向的氬離子束(參照圖3中的虛線箭頭D1)進行遮蔽，以使得不從氣體離子束鏡筒18進行照射。使該氬離子束偏向的外部磁場是由電子束鏡筒15的物鏡部34產生的磁場。

另外，較佳為選擇性地設置消隱電極43和遮蔽板45中的某一方。

如本實施方式那樣，在具有半浸沒透鏡型的物鏡部34的電子束鏡筒15中，在電子束鏡筒15的外部形成基於第2線圈38的第2物鏡37，因此，氣體離子束鏡筒18受到該電子束鏡筒15的外部磁場的影響。遮蔽板45配置成位於因該外部磁場而偏向的氬離子束(GB)的束流軌道上。因此，在從電子束鏡筒15照射電子束(EB)時，不從氣體離子束鏡筒18照射氬離子束(GB)。

偏向電極(偏向手段)46配置在比物鏡48更接近氣體離子束鏡筒18的前端部18a的位置。由此，尺寸(直徑)比偏向電極46大的物鏡電極44配置在遠離試料S的位置，能夠使氣體離子束鏡筒18的前端部18a的形狀變細，因此，相對於試料S，能夠與鎵離子束鏡筒14的前端部14a和電子束鏡筒15的前端部15a一起，將氣體離子束鏡筒18的前端部18a相對於試料S接近配置。

如圖1所示，本實施方式的帶電粒子束裝置10配置成，交點P與氣體離子束鏡筒18的前端部18a之間的距離大於該交點P與鎵離子束鏡筒14的前端部14a及電子束鏡筒15的前端部15a之間的距離，其中，鎵離子束(FIB)、電子束(EB)和氬離子束(GB)各自的束流光軸在該交點P交叉。

試料S與各鏡筒的前端部之間的距離較小，則能夠縮小各自的束流(減小束流直徑)，因此，更加接近試料S來配置須要高分辨率觀察的電子束鏡筒15和須要微細加工的

鎢離子束鏡筒 14。由此，能夠成為使氬離子束(GB)的束流直徑比鎢離子束(FIB)的束流直徑大的更寬的束流。氬離子束(GB)只要是比試料 S 的加工截面的最大直徑大的束流直徑即可。

再次參照圖 3，偏向電極(偏向手段)46 由相互對置配置的 1 組以上的平行平板電極所成。由該平行平板電極構成的偏向電極 46 使氬離子束(GB)朝與如下的偏向方向(參照圖 3 中的實線箭頭 D2)相反的方向偏向，該偏向方向是氬離子束(GB)由於來自的電子束鏡筒 15 的泄漏磁場而偏向的方向。

由此，將產生與基於外部磁場的氬離子束(GB)的偏向量相同的偏向量的磁場的電壓施加於偏向電極(偏向手段)46，由此，能夠在使用氬離子束(GB)的試料 S 的加工時進行視野校正。

此外，偏向電極(偏向手段)46 針對氬離子束(GB)具有例如 1.5mm 以上的偏向能力。而且，藉由使偏向電極(偏向手段)46 的偏向能力為 1.5mm 以上，能夠消除基於由電子束鏡筒 15 的半浸沒透鏡型的物鏡部 34 產生的外部磁場的氬離子束(GB)的偏向(例如 1mm 左右)。由此，在照射電子束(EB)來觀察試料 S 的加工面等的過程中，能夠進行基於氬離子束(GB)的試料 S 的終飾加工，此外，能夠在加工時實現試料 S 的加工面的即時監視。

此外，根據本實施方式的帶電粒子束裝置 10，進行使用半浸沒透鏡型的物鏡部 34 的高分辨率 SEM 觀察和基於氣

體離子束(氬離子束)的終飾加工，由此，即使是具有微細構造的試料、即器件尺寸較小的試料，也能夠以高位置精度檢測終飾加工終點。

另外，氬離子束(GB)的束流直徑為 $50\mu\text{m}$ 以上且 $1000\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $100\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下，由於進行比試料S的加工部位大的面加工，因此束流形狀的劣化不會對加工造成較大影響。因此，也可以構成為不在氣體離子束鏡筒18中設置偏向電極(偏向手段)46。

(試料加工觀察方法：第1實施方式)

參照圖1~4對使用以上這種結構的帶電粒子束裝置10的本發明的試料加工觀察方法進行說明。

在使用帶電粒子束裝置10進行例如使試料S的內部的觀察對象(觀察面)露出的加工時，在將加工前的試料S放置在試料台13上後，將其固定在載台12上。然後，借助控制部21移動載台12，進行調整以使得試料S成為最佳的加工位置。

然後，首先，從鎢離子束鏡筒14朝試料S照射例如 $1\mu\text{m}$ 以下的束流直徑的鎢離子束(FIB)。然後，如圖4所示，藉由鎢離子束(FIB)切削試料S，直到試料S的內部形成的器件M的一面露出的位置(觀察面F)為止。這樣形成的觀察面F的尺寸例如為 $10\mu\text{m}\times 20\mu\text{m}$ 左右。

在這種鎢離子束(FIB)中，為了監視試料S的加工狀況，在任意時機從電子束鏡筒15朝向加工面照射電子束

(EB)，藉由二次電子檢測器16檢測由加工面產生的二次電子，利用顯示裝置22確認加工面的SEM圖像即可。此時，電子束鏡筒15藉由第1物鏡35和第2物鏡37形成在第1線圈36和第2線圈38的外側，且第1物鏡35和第2物鏡37相對於試料S分開的外透鏡模式照射電子束(EB)。

在藉由鎢離子束(FIB)將試料S加工到目標觀察面F後，接著，去除觀察面F上存在的鎢離子束(FIB)的加工痕迹，進行使其更加平滑的終飾加工。在本實施方式中，交替進行從氣體離子束鏡筒18朝觀察面F照射氬離子束(GB)而進行終飾加工的終飾加工工序、以及朝觀察面F照射電子束(EB)而取得觀察面F的SEM圖像的SEM像取得工序。

如圖4所示，從氣體離子束鏡筒18照射的氬離子束(GB)的束流直徑Q例如為 $50\mu\text{m}$ 以上且 $1000\mu\text{m}$ 以下，與鎢離子束(FIB)相比，束流直徑明顯較大。即，氬離子束具有比試料S的觀察面F(加工截面)的最大直徑大的束流直徑。由此，不用掃描氬離子束(GB)，也能夠以均勻的加工量對於觀察面F整體進行終飾加工。

在器件M等具有微細構造的試料S的加工中，基於氬離子束(GB)的加工量較小即可，但是，要求準確的加工終點檢測。與觀察面F相比，氬離子束(GB)的束流直徑Q較大，因此，能夠以束流能量為 0.5keV 以上且 1.0keV 以下這樣的低能量減慢加工速度，並且，能夠以固定的加工量對於觀察面F整體進行終飾加工。

在本實施方式中，交替進行這種終飾加工工序和SEM

像取得工序。在SEM像取得工序中，在使氬離子束(GB)的照射停止後，藉由半浸沒透鏡模式從電子束鏡筒15照射電子束(EB)，利用二次電子檢測器16檢測由觀察面F產生的二次電子，取得SEM圖像。藉由使電子束鏡筒15為半浸沒透鏡模式，即使試料S位於從第1線圈36或第2線圈38分開的位置，也能夠得到高精度的鮮明的SEM圖像。

在本實施方式中，氬離子束(GB)的束流直徑為 $50\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 左右。該氬離子束(GB)具有大致均勻的分布，因此，終飾加工時的位置精度為束流直徑的一半左右($25\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$)。此外，在斷開電子束鏡筒15的物鏡部34的勵磁電流後，在由於殘留磁滯而未完全消除第1物鏡35或第2物鏡37的透鏡磁場的情況下，基於這些外部磁場的氬離子束(GB)的偏向量為 $8\mu\text{m}$ 左右，也不會對於終飾加工造成影響。因此，不需要第1物鏡35或第2物鏡37的透鏡磁場的消磁處理，能夠交替進行終飾加工工序和SEM像取得工序。

(試料加工觀察方法：第2實施方式)

在本發明的試料加工觀察方法的第2實施方式中，在試料S的觀察面的終飾加工中，同時進行終飾加工工序和SEM像取得工序(即時加工觀察工序)。

在本實施方式中，試料S的觀察面F的終飾加工所使用的氬離子束(GB)的束流直徑為 $50\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 左右，比試料S的觀察面F的尺寸大，不用掃描氬離子束(GB)，也能夠將

觀察面F整體進行面加工，因此，氬離子束(GB)的束流形狀的劣化不會對於終飾加工精度造成較大影響。

此外，在氣體離子束鏡筒18中具備具有1.5mm以上的束流偏向能力的由平行平板電極所成的偏向電極(偏向手段)46，因此，能夠消除基於電子束鏡筒15的第1物鏡35或第2物鏡37的透鏡磁場的偏向(1.0mm左右)。由此，能夠實現同時進行基於照射氬離子束(GB)的終飾加工工序和基於照射電子束(EB)的SEM像取得工序的終飾加工時的即時監視。

(試料加工觀察方法：第3實施方式)

在本發明的試料加工觀察方法的第3實施方式中，在試料S的觀察面的終飾加工中，交替進行終飾加工工序和SEM像取得工序。

在本實施方式中，在進行SEM像取得工序時，使束流軌道偏向，以使得不往試料S的觀察面F照射氬離子束(GB)。例如，氣體離子束鏡筒18的由平行平板電極所成的偏向電極(偏向手段)46在與基於電子束鏡筒15的第1物鏡35或第2物鏡37的透鏡磁場的氬離子束(GB)的偏向方向相同的方向上使氬離子束(GB)偏向。由此，在SEM像取得工序中，發揮作為氬離子束(GB)的消隱器的功能。

此外，在基於氬離子束(GB)的終飾加工工序中，將與基於來自電子束鏡筒15的外部磁場的氬離子束(GB)的偏向量相同的偏向量的電壓施加於偏向電極(偏向手段)46，由

此，能夠進行終飾加工工序中的氬離子束(GB)的視野校正。

另外，作為第3實施方式的變形例，使用設置在氣體離子束鏡筒18中的遮蔽板45，在SEM像取得工序中，將由於基於電子束鏡筒15的物鏡部34的透鏡磁場的外部磁場而偏向的氬離子束(參照圖3中的虛線箭頭)進行遮蔽。由此，即使不在氣體離子束鏡筒18中設置消隱電極43，當從電子束鏡筒15照射電子束(EB)時，氬離子束的照射也停止，能夠取得高精度的清晰的SEM圖像。

說明了本發明的實施方式，但是，這些實施方式是作為例子進行提示，並不意圖限定發明的範圍。這些實施方式能夠以其他各種形式進行實施，能夠在不脫離發明主旨的範圍內進行各種省略、置換、變更。這些實施方式及其變形包含在發明範圍和主旨內，同樣，包含在申請專利範圍所記載的發明及其均等的範圍內。

【符號說明】

10：帶電粒子束裝置

11：試料室

12：載台(試料載台)

13：試料台

14：鎂離子束鏡筒

15：電子束鏡筒

16：二次電子檢測器

18：氣體離子束鏡筒
21：控制部
22：顯示裝置
23：輸入器件
S：試料
14a、15a、18a：前端部
17：氣槍
31：電子源
32：聚光透鏡
33：偏向器
34：物鏡部
35：第1物鏡
36：第1線圈
37：第2物鏡
38：第2線圈
41：氫離子源
42：聚光透鏡
43：消隱電極
44：物鏡電極
45：遮蔽板
46：偏向電極(偏向手段)
48：物鏡
F：觀察面
M：器件
P：交點
Q：束流直徑

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種帶電粒子束裝置，係至少具備：

鎔離子束鏡筒，其係朝向試料照射鎔離子束，形成前述試料的截面；電子束鏡筒，其係具有半浸沒透鏡型的物鏡，朝向前述試料照射電子束；以及氣體離子束鏡筒，其係朝向前述試料的截面照射氣體離子束，進行前述試料的截面的終飾加工；

前述氣體離子束具有比前述試料的截面的最大直徑大的束流直徑。

【第2項】

如申請專利範圍第1項所述的帶電粒子束裝置，其中，

交點與前述氣體離子束鏡筒的前端部之間的距離大於前述交點與前述鎔離子束鏡筒的前端部及前述電子束鏡筒的前端部之間的距離，該交點乃是前述鎔離子束、前述電子束和前述氣體離子束各自的束流光軸交叉在一點之交點。

【第3項】

如申請專利範圍第1或2項所述的帶電粒子束裝置，其中，

前述氣體離子束鏡筒具備：物鏡和使前述氣體離子束偏向的偏向手段；前述偏向手段配置在比前述物鏡更接近前述氣體離子束鏡筒的前端部的位置。

【第4項】

如申請專利範圍第3項所述的帶電粒子束裝置，其中，

前述偏向手段係利用相互對置配置的1組以上的平行平板電極所成，使前述氣體離子束向與如下的偏向方向相反的方向偏向，該偏向方向是前述氣體離子束因來自前述電子束鏡筒的泄漏磁場所致而偏向的方向。

【第5項】

如申請專利範圍第4項所述的帶電粒子束裝置，其中，

前述偏向手段具有1.5mm以上的偏向能力。

【第6項】

如申請專利範圍第1或2項所述的帶電粒子束裝置，其中，

前述氣體離子束的束流能量為0.5keV以上且1.0keV以下，並且前述氣體離子束的束流直徑為50 μ m以上且1000 μ m以下。

【第7項】

如申請專利範圍第1或2項所述的帶電粒子束裝置，其中，

前述氣體離子束鏡筒具有偏向遮蔽板，該偏向遮蔽板遮蔽因前述電子束鏡筒的外部磁場所致而偏向的前述氣體離子束。

【第8項】

一種試料加工觀察方法，係使用申請專利範圍第1至7項中的任一項所述的帶電粒子束裝置，其中，

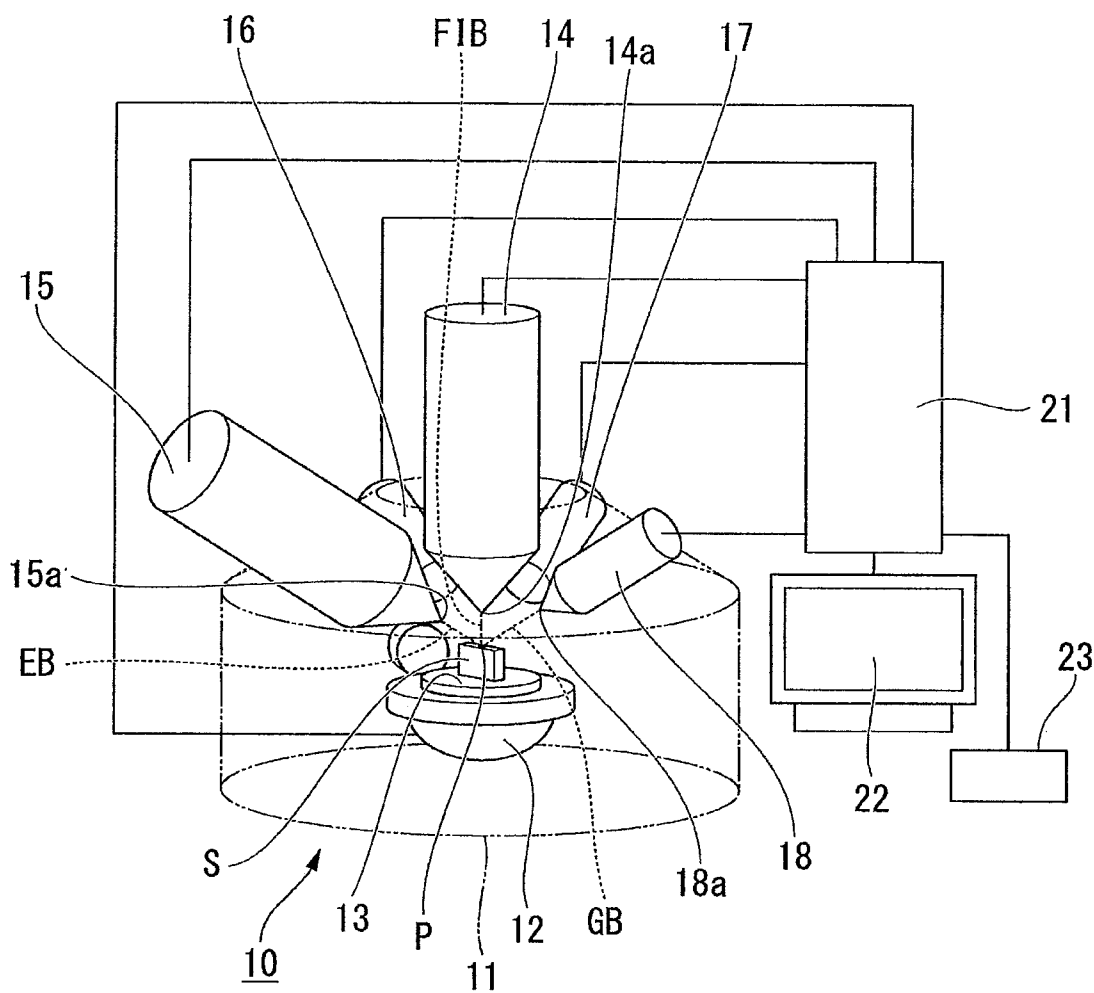
該試料加工觀察方法具有即時加工觀察工序，該即時加工觀察工序係在藉由前述氣體離子束進行前述試料的截面的終飾加工的同時，使用前述電子束鏡筒以半浸沒透鏡模式取得前述試料的截面的SEM像。

【第9項】

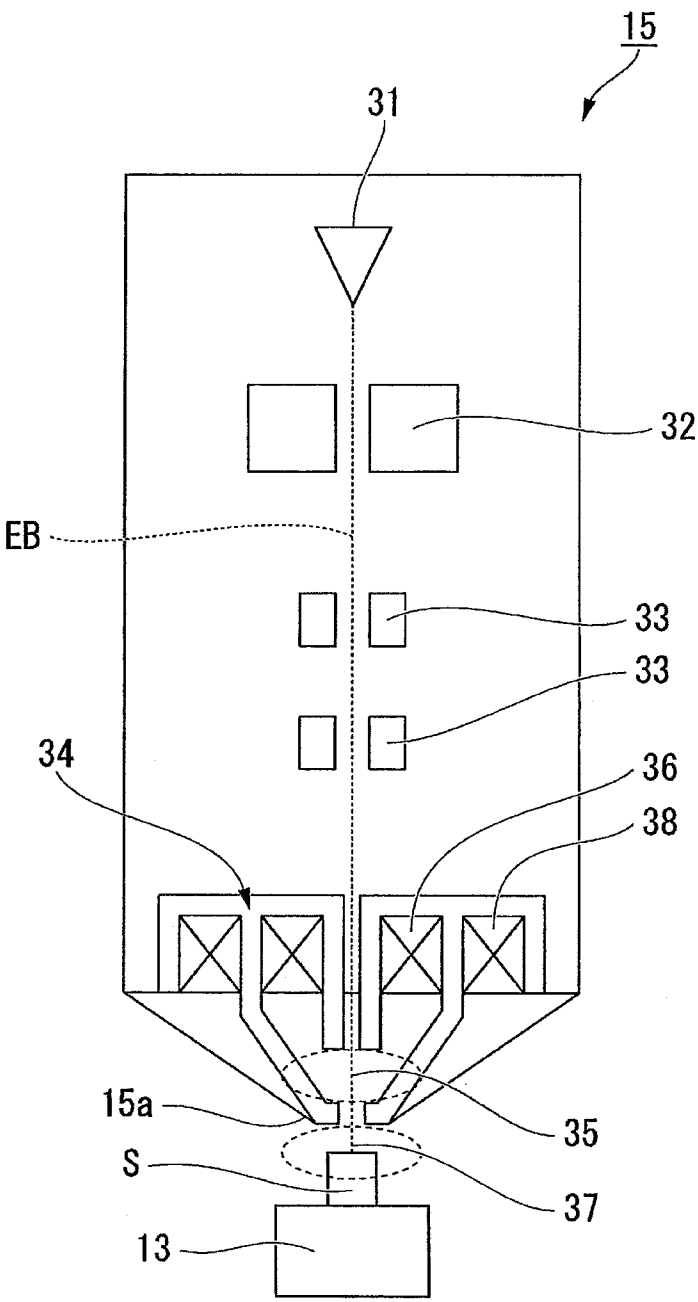
一種試料加工觀察方法，係使用申請專利範圍第1至7項中的任一項所述的帶電粒子束裝置，其中，

該試料加工觀察方法係交替進行終飾加工工序和SEM像取得工序，該終飾加工工序係藉由前述氣體離子束進行前述試料的截面的終飾加工，該SEM像取得工序係使用前述電子束鏡筒以半浸沒透鏡模式取得前述試料的截面的SEM像。

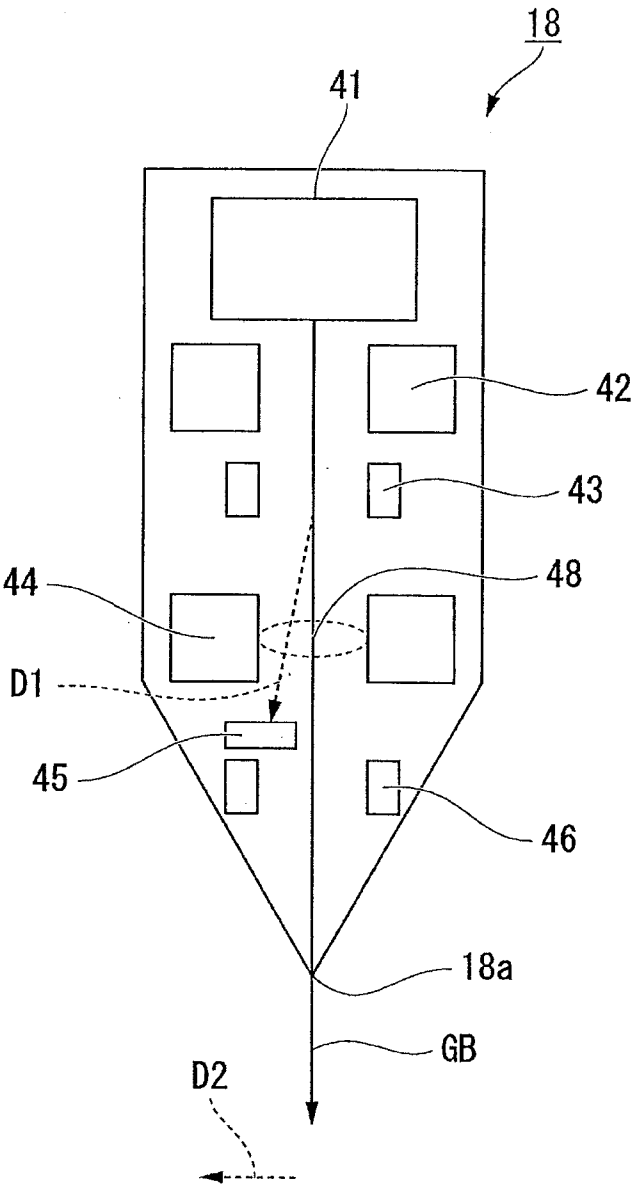
【發明圖式】



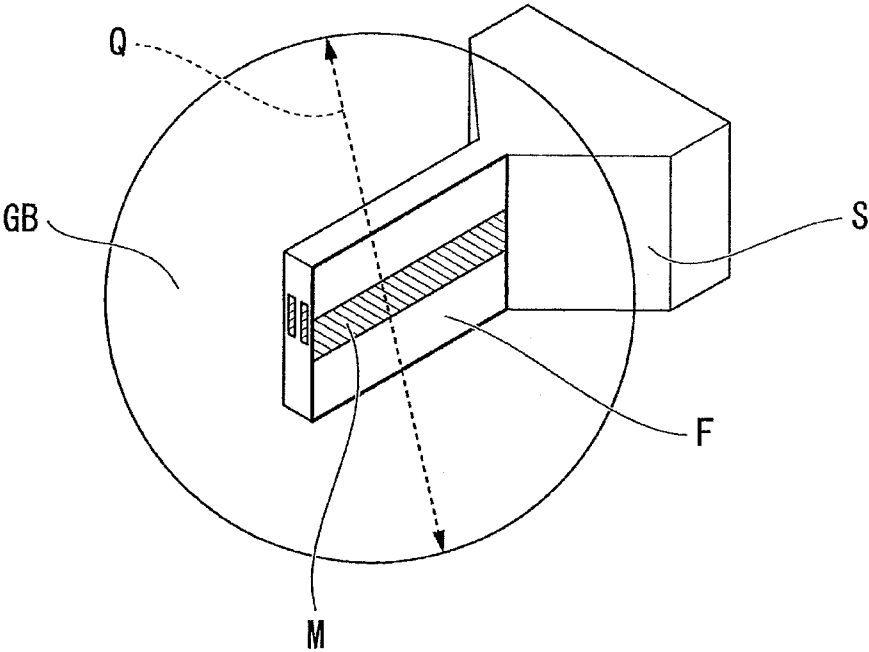
【圖 1】



【圖 2】



【圖 3】



【圖 4】