



(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 I856565 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：112109713

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 16 日

(51)Int. Cl. : H01J37/26 (2006.01)

H01J37/06 (2006.01)

G01Q30/02 (2010.01)

(30)優先權：2022/03/28

世界智慧財產權組織

PCT/JP2022/014901

(71)申請人：日商日立全球先端科技股份有限公司(日本)HITACHI HIGH-TECH CORPORATION

(JP)

日本

(72)發明人：町屋秀憲 MACHIYA, HIDENORI (JP)；關口好文 SEKIGUCHI, YOSHIFUMI

(JP)；中井直也 NAKAI, NAOYA (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200416500A

TW 202006778A

US 8143603B2

US 2003/0094572A1

US 2006/0060781A1

US 2018/0166247A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：36 共 85 頁

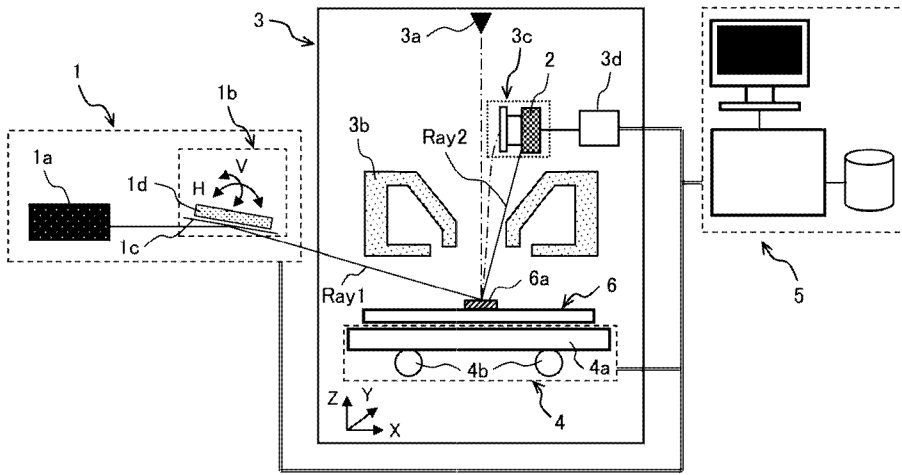
(54)名稱

光照射位置之調整方法及荷電粒子束裝置

(57)摘要

本揭示之光照射位置之調整方法係於荷電粒子束裝置中調整第一光之照射位置者，且該荷電粒子束裝置具備：粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；粒子束檢出器，其檢出來自試料之粒子束，產生粒子束電信號；光源，其產生照射至試料之第一光；可動機構，其可移動第一光之照射位置；光檢出器，其檢出藉由第一光之照射而自試料發出之第二光，並產生光電信號；試料載台，其具有可設置試料並移動之構成；及控制裝置；且光源對設置於試料載台之調整用試料且包含基準構造體者，照射第一光；光檢出器檢出藉由基準構造體調變第一光而產生之第二光，並將光電信號發送至控制裝置；控制裝置發出以通過基準構造體之方式，變更第一光之照射位置之指令，基於光電信號之變化，以荷電粒子束之照射位置與第一光之照射位置一致方式，調整可動機構。藉此，可以簡易之方法使荷電粒子束之照射位置與光之照射位置正確一致。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1:光照射系統

1a:光源

1b:光照射位置調整部

1c:光學元件

1d:可動載台

2:光檢出系統

3:電子光學系統

3a:電子束源

3b:電子束聚光部

3c:電子束檢出部

3d:SEM 圖像產生部

4:試料載台系統

4a:試料台

4b:可動載台

5:控制系統

6:調整用試料

6a:基準構造體

H:可動軸

Ray1:光束

Ray2:二次光

V:可動軸



I856565

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光照射位置之調整方法及荷電粒子束裝置

【中文】

本揭示之光照射位置之調整方法係於荷電粒子束裝置中調整第一光之照射位置者，且該荷電粒子束裝置具備：粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；粒子束檢出器，其檢出來自試料之粒子束，產生粒子束電信號；光源，其產生照射至試料之第一光；可動機構，其可移動第一光之照射位置；光檢出器，其檢出藉由第一光之照射而自試料發出之第二光，並產生光電信號；試料載台，其具有可設置試料並移動之構成；及控制裝置；且光源對設置於試料載台之調整用試料且包含基準構造體者，照射第一光；光檢出器檢出藉由基準構造體調變第一光而產生之第二光，並將光電信號發送至控制裝置；控制裝置發出以通過基準構造體之方式，變更第一光之照射位置之指令，基於光電信號之變化，以荷電粒子束之照射位置與第一光之照射位置一致方式，調整可動機構。藉此，可以簡易之方法使荷電粒子束之照射位置與光之照射位置正確一致。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:光照射系統

1a:光源

1b:光照射位置調整部

1c:光學元件

1d:可動載台
2:光檢出系統
3:電子光學系統
3a:電子束源
3b:電子束聚光部
3c:電子束檢出部
3d: SEM圖像產生部
4:試料載台系統
4a:試料台
4b:可動載台
5:控制系統
6:調整用試料
6a:基準構造體
H:可動軸
Ray1:光束
Ray2:二次光
V:可動軸

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光照射位置之調整方法及荷電粒子束裝置

【技術領域】

【0001】 本揭示關於一種荷電粒子束裝置之調整方法及荷電粒子束裝置。

【先前技術】

【0002】 已知於藉由荷電粒子束觀察、分析試料時，因試料帶電而產生二次荷電粒子束像失真、或亮度值不均。對此，有藉由向荷電粒子束之照射區域照射光等電磁波而控制帶電之技術。

【0003】 於專利文獻1，揭示有與照射光束之同時照射荷電粒子束，防止帶電之技術。

【0004】 於專利文獻2，揭示有一種荷電粒子束裝置，該荷電粒子束裝置基於僅照射一次荷電粒子束時取得之第1觀察圖像、與於除一次荷電粒子束外亦照射光時取得之第2觀察圖像之間之差量，判定一次荷電粒子束之照射位置與光之照射位置是否一致。又，於專利文獻2揭示有：用於特定光之照射位置之調整用試料自上表面觀察時圖案以格柵狀反復排列，圖案位置座標可藉由記號辨識，以上述差量變小之方式進行調整，使一次荷電粒子束之照射位置與光之照射位置一致。

【0005】 於專利文獻3揭示有一種荷電粒子束與光束之照射位置之調整方法。

【0006】 於專利文獻4，揭示有一種將紫外線之照射區域顯示為光電子像，於監視器上重疊顯示光電子像與反射電子像之方法。

【0007】 於專利文獻5揭示有一種光學高度檢出方法，該光學高度檢出方法係自斜上方向對象物投影2維狹縫光，檢出反射光，排除檢出誤差較大之狹縫部分而檢出對象物之高度。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻1]日本專利特開2003-151483號公報

[專利文獻2]國際公開第2020/115876號

[專利文獻3]美國專利申請公開第2018/0166247號說明書

[專利文獻4]日本專利特開2009-004114號公報

[專利文獻5]日本專利特開2007-132836號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0009】 於照射光與荷電粒子束之裝置中，必須調整相對於荷電粒子束之照射位置之相對光之照射位置。例如，於藉由光照射去除試料之帶電之情形時，必須使產生帶電之荷電粒子束照射區域與光照射區域正確一致。

【0010】 本揭示之目的在於以簡易之方法使荷電粒子束之照射位置與光之照射位置正確一致。

[解決問題之技術手段]

【0011】 本揭示之一態樣之光照射位置之調整方法係於荷電粒子束裝置中調整第一光之照射位置者；且該荷電粒子束裝置具備：粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；粒子束檢出器，其檢出來自試料之粒子束，產

生粒子束電信號；光源，其產生照射至試料之第一光；可動機構，其可移動第一光之照射位置；光檢出器，其檢出藉由第一光之照射而自試料發出之第二光，並產生光電信號；試料載台，其具有可設置試料並移動之構成；及控制裝置；光源對設置於試料載台之調整用試料且包含基準構造體者，照射第一光；光檢出器檢出藉由基準構造體調變第一光而產生之第二光，並將光電信號發送至控制裝置；控制裝置發出以通過基準構造體之方式，變更第一光之照射位置之指令，基於光電信號之變化，以荷電粒子束之照射位置與第一光之照射位置一致方式，調整可動機構。

【0012】 本揭示之另一態樣之荷電粒子束裝置具備：粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；粒子束檢出器，其檢出來自試料之粒子束，產生粒子束電信號；光源，其產生照射至試料之第一光；可動機構，其可移動第一光之照射位置；光檢出器，其檢出藉由第一光之照射而自試料發出之第二光，並產生光電信號；試料載台，其具有可設置試料並移動之構成；及控制裝置；光源對設置於試料載台之調整用試料且包含基準構造體者，照射第一光；光檢出器檢出藉由基準構造體調變第一光而產生之第二光，並將光電信號發送至控制裝置；控制裝置發出以通過基準構造體之方式，變更第一光之照射位置之指令，基於光電信號之變化，以荷電粒子束之照射位置與第一光之照射位置一致方式，調整可動機構。

[發明之效果]

【0013】 根據本揭示，可以簡易之方法使荷電粒子束之照射位置與光之照射位置正確一致。

【圖式簡單說明】

【0014】

圖1係顯示實施例1之荷電粒子束裝置之模式構成圖。

圖2係顯示試料之光照射區域之圖。

圖3A係顯示圖1之調整用試料6之一例之剖視圖。

圖3B係顯示圖3A之調整用試料6之俯視圖。

圖3C係於圖3B中以虛線之正方形顯示之區域6p之放大圖。

圖3D係顯示圖3A之調整用試料6之變化例之剖視圖。

圖4係顯示實施例1中使用之調整用試料之全體構造之俯視圖。

圖5係顯示圖1之控制系統5之例之構成圖。

圖6係顯示實施例1之光照射位置之調整方法之流程圖。

圖7A係顯示實施例1之調整GUI(Graphical User Interface：圖形使用者介面)之圖。

圖7B係顯示實施例1之調整GUI之圖。

圖8A係顯示實施例1之二次光強度之反射鏡角度依存性之例之圖表。

圖8B係顯示實施例1之二次光強度之反射鏡角度依存性之其他例之圖表。

圖9A係顯示變化例1中使用之基準構造體之一例之剖視圖。

圖9B係顯示變化例1中使用之基準構造體之其他例之剖視圖。

圖9C係顯示變化例1中使用之基準構造體之另一例之剖視圖。

圖10係顯示變化例2中使用之基準構造體之例之剖視圖。

圖11A係顯示變化例3中使用之基準構造體之例之剖視圖。

圖11B係顯示變化例3中使用之基準構造體之其他例之剖視圖。

圖12係顯示實施例2中試料之高度變化時之影響之模式圖。

圖13係顯示實施例2之荷電粒子束裝置之模式構成圖。

圖14A係顯示實施例2中使用之調整用試料之例之剖視圖。

圖14B係顯示實施例2中使用之調整用試料之其他例之剖視圖。

圖15係顯示實施例2之反射鏡角度之校正方法之流程圖。

圖16A係實施例2之校正GUI且顯示設定畫面之例之圖。

圖16B係實施例2之校正GUI且顯示試料高度之測量值及調整結果之例之圖。

圖17係顯示實施例2之照射位置之調整方法之流程圖。

圖18係用於說明實施例2中反射鏡角度之決定方法之圖表。

圖19係顯示實施例3之光照射系統及光檢出系統之構成圖。

圖20A係顯示實施例4之光照射系統及光檢出系統之構成圖。

圖20B係顯示光學系統之變化例之構成圖。

圖20C係顯示光學系統之變化例之構成圖。

圖21A係顯示圖20A之受光元件2b中檢出出之信號強度X1之圖表。

圖21B係顯示圖20A之受光元件2c中檢出出之信號強度X2之圖表。

圖21C係顯示圖20A之信號處理部2d中算出之電信號X3之圖表。

圖22係顯示實施例5之調整用試料之例之俯視圖。

圖23係顯示用於獲得實施例5之座標轉換式之調整步序之流程圖。

圖24係顯示實施例5之調整結果之顯示GUI之例之圖。

圖25係顯示實施例6中使用之調整用試料與光照射位置之關係之俯視圖。

圖26係顯示實施例中6可獲得之信號強度之圖表。

圖27A係說明實施例6中邊界線與可動軸傾斜交叉時之問題之圖。

圖27B係說明實施例6中邊界線與可動軸直角相交之情形之圖。

圖28係顯示實施例6之光照射位置之調整方法之流程圖。

圖29係顯示實施例6之調整GUI之圖。

圖30係說明實施例6中第二調整軸之調整方法之圖。

圖31係顯示實施例6之調整GUI之圖。

圖32A係說明實施例6中光照射位置移動前之二次光量之圖。

圖32B係說明自圖32A之位置移動光照射位置時之二次光量之圖。

圖32C係說明圖32A與圖32B之間之二次光量之變化率之圖。

圖33係顯示二次光量之變化率之圖表。

圖34A係顯示於調整用試料上具有2個方向之邊界線之基準構造體之例之俯視圖。

圖34B係顯示於調整用試料上具有2個方向之邊界線之基準構造體之其他例之俯視圖。

圖35係顯示可於實施例6中使用之調整用試料之變化例之俯視圖。

圖36A係顯示自圖35之基準構造體6a發出且由受光元件2b檢出出之電信號之圖表。

圖36B係顯示自圖35之基準構造體6m發出且由受光元件2c檢出出之電信號之圖表。

圖36C係顯示由信號處理部2d算出之電信號之圖表。

【實施方式】

【0015】本揭示之荷電粒子束裝置中之光照射位置之調整方法使用包含根據光之照射而產生新的光之基準構造體之調整用試料、控制光之照射位置之控制裝置、及檢出光並產生電信號之光檢出器，控制裝置以通過基準構造體之方式使光之照射位置移動，基於電信號之變化，調整相對於

荷電粒子束之照射位置之相對光之照射位置。

【0016】 以下，基於圖式，說明本揭示之實施例。另，本揭示之內容並非限定於後述之實施例者，於其技術思想之範圍內可進行各種變化。又，對於後述之各實施例之說明中使用之各圖之對應部分標註同一符號而顯示，省略重複之說明。

[實施例1]

【0017】 於本實施例中，以藉由光照射產生之電荷去除因荷電粒子束之照射而於試料產生之帶電之情形為例，進行說明。於該例中，為了將藉由光產生之電荷傳送至試料上之帶電之區域，需要使光之照射位置與電子束之照射位置正確一致之調整方法。但，光照射之效果不限定於僅去除帶電。此外，例如，吸收光譜或發光光譜之測量、或使用顯微鏡之形狀觀察等亦為對象，為了使荷電粒子束之照射範圍與光之觀察範圍一致，可使用本實施例中說明之調整方法。

【0018】 圖1係顯示本實施例之荷電粒子束裝置之模式構成圖。

【0019】 荷電粒子束裝置由光照射系統1、光檢出系統2、電子光學系統3、試料載台系統4(試料載台)、控制系統5(控制裝置)構成。藉由使用調整用試料6，調整相對於電子之照射位置之相對光之照射位置。

【0020】 電子光學系統3係產生SEM圖像之構成，由電子束源3a(粒子束源)、電子束聚光部3b、電子束檢出部3c(粒子束檢出器)及SEM圖像產生部3d構成。自電子束源3a發出之電子束通過電子束聚光部3b，照射至設置於試料台之試料之一點。自試料發出之信號電子由電子束檢出部3c轉換為電信號(粒子束電信號)。SEM圖像產生部3d藉由記錄產生之電信號產生圖像。此處，SEM係掃描型電子顯微鏡(Scanning Electron

Microscope)之簡稱。

【0021】 試料載台系統4由設置試料之試料台4a、與移動試料台4a之可動載台4b構成。於試料台4a設置試料，能藉由可動載台4b變更其位置。於本圖中，於試料台4a設置有調整用試料6。調整用試料6具有基準構造體6a。

【0022】 光照射系統1由光源1a與光照射位置調整部1b構成。光照射位置調整部1b由光學元件1c與可動載台1d構成。光源1a係具有X線～紅外波長之任意光源，可為雷射光源，亦可為LED(Light Emitting Diode：發光二極體)或燈等。波長可固定，亦可使用波長可變之光源。又，光源1a亦可為組合複數個光源之多色光源。此外，光源1a可為脈衝光源，亦可為連續波光源。作為例，光源1a於出於藉由光去除試料之帶電之目的而使用之情形時，因必須於試料激發電荷，故較佳為發出高能量之光，尤其是波長450 nm以下之波長之連續光者。

【0023】 光源1a朝光照射位置調整部1b發出光束Ray1。光照射位置調整部1b之光學元件1c為反射鏡。可動載台1d藉由調整光學元件1c之角度，使光束Ray1照射至試料之適當位置。此處，光照射位置調整部1b係可使光束Ray1之照射位置移動之可動機構。以下，亦將光束Ray1所照射之位置稱為「光照射位置」。

【0024】 又，作為光學元件1c，亦可使用透鏡或稜鏡。於該情形時，亦可藉由以可動載台1d移動光學元件1c之位置，而變更光照射位置。

【0025】 於本圖中，光束Ray1以不影響電子束之軌道之方式，經由光照射位置調整部1b傾斜入射，照射至試料。光束Ray1可以平行光之狀態照射，亦可使用透鏡或曲面鏡聚光而照射。但，入射之方法不限定於該

方法，例如亦可於電子光學系統3內設置開設有供電子束通過之孔之反射鏡，與電子束平行地入射光束Ray1，將光束Ray1垂直照射於試料。或，亦可通過光纖等導光至荷電粒子束裝置。於任一方法中，只要可將光束Ray1照射至試料即可。

【0026】 當光束Ray1入射至基準構造體6a時，產生將光束Ray1調變後之光即二次光Ray2。此處，調變後之光係例如根據光束Ray1產生之新的光。作為二次光Ray2之例，可舉出繞射光、螢光、散射光等。或，於使用僅自基準構造體6a向設置於光檢出系統2之檢出器(光檢出器)之特定方向選擇性反射光之微鏡之情形時，亦可將反射後之光認為是自基準構造體6a重新產生之光。因此，於該情形時，可認為反射後之光(反射光)亦包含於二次光中。

【0027】 但，調變後之光不限定於上述例所示之二次光者。例如，因由基準構造體6a吸收光而減光之光並非基準構造體6a發出之新的光，故雖非二次光，但可認為係由基準構造體6a調變後之光之一種。因此，此種減光亦可用於光照射位置之調整。

【0028】 於本說明書中，將自光源1a照射至試料之光稱為「第一光」。又，將二次光、減光後之光等自試料朝向光檢出器之光稱為「第二光」。

【0029】 另，關於基於光吸收之調整方法，於實施例4之變化例說明細節。

【0030】 於以下之說明中，對基準構造體6a發出二次光之情形進行說明。

【0031】 光檢出系統2檢出二次光Ray2。光檢出系統2由將二次光

Ray2之能量轉換為電信號(光電信號)之受光元件構成。雖於本實施例中未說明，但為了明確檢出二次光Ray2，亦可追加使用光學濾光片或透鏡。受光元件係將光轉換為電信號之元件，可使用CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor：互補式金屬氧化物半導體)、CCD(Charge Coupled Device：電荷耦合器件)相機、光電子倍增管、矽光電倍增器或光電二極體等。或，如本實施例所說明般，亦可由電子光學系統3之電子束檢出部3c檢出。例如，作為電子束檢出部3c，代表性的是Everhart-Thornley(艾弗哈特-索恩利)檢出器(以下稱為「ET檢出器」)。ET檢出器除受光元件外，亦由閃爍器與光導構成。藉由二次光Ray2直接入射至受光元件之構成、或由閃爍器發出螢光並由受光元件檢出該螢光之構成，而轉換為電信號。或，二次光Ray2亦可入射至中途之光導，進行導光而入射至受光元件。

【0032】 作為其他檢出器，有半導體檢出器即Si光電二極體。因Si光電二極體既可檢出光亦可檢出電子，故可用於光檢出系統2。如本實施例般，於使用電子束檢出部3c之情形時，因可將處理檢出器之電信號之電路或軟體共通化，故適於SEM或具有SEM功能之電子束繪圖裝置等。

【0033】 藉由該構成，發揮不於現有之荷電粒子束裝置追加機構或軟體即可調整照射位置之效果。

【0034】 又，亦可進行光源1a以頻率f調變輸出、光檢出系統2僅擷取頻率f之成分而檢出之方法，即鎖定檢出。藉由進行鎖定檢出，發揮可對自荷電粒子束裝置之外部入射之光等之外部干擾，進行穩固之調整方法之效果。

【0035】 其次，對光之照射區域與調整方法之原理進行說明。

【0036】 圖2係顯示試料之光照射區域之圖。

【0037】 如本圖所示，當雷射光自斜向入射至試料時，照射橢圓區域7a。將橢圓區域7a之短軸直徑設為 d ，將長軸直徑設為 D ，將中心位置設為 (x, y) 。又，細節於本實施例之後半部分予以敘述，但基準構造體6a係以其中心成為電子束之照射位置之方式，由試料載台系統4調整者。橢圓區域7a與基準構造體6a重疊之部分為區域6aL，二次光自區域6aL發出。

【0038】 以下，說明具有如橢圓區域7a之中心之功率密度較高，隨著離開中心而功率密度降低之空間分佈者。例如，考慮以雷射為光源時產生之高斯型之空間分佈。

【0039】 二次光之量由區域6aL之面積、及與橢圓區域7a之中心之距離決定。尤其，於基準構造體6a之大小較橢圓區域7a小之情形時，於基準構造體6a之中心與橢圓區域7a之中心一致時，二次光之量最大。因此，只要以二次光之量最大之方式調整光照射位置 (x, y) ，則可使基準構造體6a之中心與光照射位置一致。

【0040】 基準構造體6a之中心由電子光學系統3及試料載台系統4以與電子束之照射位置一致之方式，預先進行調整。因此，藉由以上述原理使用基準構造體6a，可使光照射位置與電子束之照射位置正確一致。另，於本實施例中，以照射區域為橢圓之情形為例而顯示，但正圓即 $d=D$ 之情形亦成立。

【0041】 光之中心位置 (x, y) 可藉由移動反射鏡之角度之可動部調整。可動部之可動軸可僅為1個方向，但於具有2個方向(H, V)之可動軸之情形時，可於XY面內，即試料面內之任意座標設定照射位置，因而較

為理想。例如，當移動可動軸H時，照射位置移動至(x', y')。同樣，當移動可動軸V時，照射位置移動至(x'', y'')。以下將該等可動軸(H, V)移動至最大時之照射位置可取得之範圍稱為照射位置之可動範圍7b。將該H方向之大小設為R_H，將V方向之大小設為R_V。

【0042】 其次，對調整用試料6之例進行說明。

【0043】 圖3A係顯示圖1之調整用試料6之一例之剖視圖。

【0044】 如3A所示，調整用試料6具有平坦之基板6S、與設置於基板6S之中央部之複數個微細突起之集合體即基準構造體6a。基板6S例如由Si基板等形成。基準構造體6a由例如具有100 nm左右之高度之複數個突起形成，其材質例如為Si。基準構造體6a根據光束Ray1之照射發出二次光Ray2。

【0045】 圖3B係顯示圖3A之調整用試料6之俯視圖。

【0046】 於圖3B中，基準構造體6a為圓形狀。於基準構造體6a之中央部分設置有十字形狀之中心標記6c。

【0047】 圖3C係於圖3B中由虛線之正方形表示之區域6p之放大圖。

【0048】 於圖3C中，基準構造體6a之區域6p具有複數個突起6b縱橫等間隔配置之構造。各個突起6b為圓柱形狀。各個突起6b之直徑例如為100 nm左右。若將光之波長設為 λ ，將光入射至週期構造之媒質之折射率設為n，將橢圓區域7a(圖2)之短軸直徑d，則相鄰之突起6b彼此之距離，即週期A滿足以下之關係式。

$$\lambda/n < A < d$$

【0049】 藉由設為此種構造，因於光之照射區域(橢圓區域7a)內至

少具有1個週期以上之週期構造，且其週期 A 大於波長 λ ，故週期構造作為繞射光柵發揮作用。因只要適當設計週期構造，即可使檢出器方向產生繞射光，故可將繞射光作為二次光Ray2使用。因繞射光可使光以特定繞射角度繞射，故可朝檢出器方向選擇性出射二次光Ray2。因此，發揮可確實地檢出二次光Ray2之效果。

【0050】 另，媒質之折射率 n 例如於將調整用試料設置於真空中之情形時，意指真空之折射率 $n=1$ 。又，週期構造較佳為由不易因紫外光或電子束之照射、或暴露於大氣而劣化之Si或SiO₂等構成。其原因在於發揮可長期穩定使用之效果。

【0051】 圖3D係顯示圖3A之調整用試料6之變化例之剖視圖。

【0052】 於圖3D中，調整用試料6之基準構造體6a由保護層6S'覆蓋。保護層6S'之材質只要為光束Ray1透過之材料即可，例如可使用SiO₂等。於該情形時，媒質之折射率 n 係保護層6S'之折射率。

【0053】 如此，藉由調整用試料6具有保護層6S'，可保護基準構造體6a免受異物之影響。又，因即使藉由超音波洗淨等進行調整用試料6之洗淨，亦不會損傷基準構造體6a，故發揮可反復使用調整用試料6之效果。

【0054】 基準構造體6a之外形可為任意形狀，但較佳為相對於基準構造體6a之中心具有旋轉對稱性之形狀。藉由設為此種形狀，因自與光之照射區域(橢圓區域7a)重疊之部分發出之二次光Ray2之量無關於基準構造體6a之朝向，皆根據與中心之距離單調增加，故位置調整變得簡單。例如，可將基準構造體6a之外形如本實施例所示般設為正圓。或，亦可為由多邊形近似為正圓之形狀。

【0055】 中心標記6c藉由去除構成基準構造體6a之突起6b之一部分，使下層之Si基板露出而構成。又，亦可以於設為中心標記6c之部分不形成突起6b之方式，形成基準構造體6a。

【0056】 或，亦可於中心標記6c之位置，配置與突起6b不同之形狀之突起。於該情形時，構成中心標記6c之突起之材質可與基準構造體6a相同，亦可使用金屬等另外之材料。

【0057】 中心標記6c藉由SEM圖像確認基準構造體6a之中心，於移動試料載台系統4時使用。因此，中心標記6c之形狀只要可由SEM圖像確認，則可為任意形狀，可為圓形狀、橢圓形狀、L字形狀、四邊形狀等。中心標記6c之外尺寸必須處於10 nm以上1 mm以下之範圍內，設為進入SEM之視野內之尺寸。中心標記6c之外尺寸更佳為小於光之照射徑d。其原因在於可抑制因中心標記6c引起之二次光強度降低。或，於基準構造體6a之大小為進入SEM圖像內之程度之大小，即數 μm 左右之情形時，因可將基準構造體6a自身作為標記物確認中心，故亦可省略中心標記。

【0058】 圖4係顯示本實施例中使用之調整用試料之全體構造之俯視圖。

【0059】 本圖所示之調整用試料6具有粗調整用基準構造體6a'及微調整用基準構造體6a''之2個基準構造體。

【0060】 因粗調整用基準構造體6a'之外形大於微調整用基準構造體6a''之外形，故適於大致調整光之照射位置。另一方面，藉由使微調整用基準構造體6a''之外尺寸小於光照射徑d(圖2)小，因二次光量之變化量相對於光照射位置之偏移變大，故可更準確地調整光照射位置。另，於用於光照射位置之定期性微調整之情形時，因考慮到光照射位置之偏移較小，

故亦可使用省略了粗調整用基準構造體6a'之調整用試料。

【0061】於本實施例中，粗調整用基準構造體6a'及微調整用基準構造體6a''皆具有同樣之週期構造。即，皆具有以同樣之間隔配置複數個突起6b之構造。藉由如此，因光檢出系統2僅對應於單一種類之二次光Ray2即可，故可將光學系統之構成簡單化，且發揮容易製作調整用試料6之效果。

【0062】或，亦可將粗調整用基準構造體6a'與微調整用基準構造體6a''設為不同之種類。例如，於使用週期構造之情形時，雖其尺寸無法小於週期A，但因例如藉由使用螢光體可製作更小之基準構造體，故適於高精度之調整。

【0063】接著，對複數個粗調整用基準構造體6a'及微調整用基準構造體6a''之配置進行說明。

【0064】粗調整用基準構造體6a'及微調整用基準構造體6a''為了可與自相鄰之基準構造體發出之二次光Ray2區別，必須加寬與相鄰者之距離L。具體而言， $L > R$ 。此處，R為可動範圍 R_H 、 R_V 中較大者之值。更佳為亦考慮光照射區域即橢圓區域7a(圖2)之長軸直徑D，可為 $L > R + D/2$ 。藉由此種配置，不會與鄰接之基準構造體之二次光信號混淆，而發揮準確地調整照射位置之效果。

【0065】另，於將發出不同種類之二次光Ray2之基準構造體相鄰配置之情形時，亦可較上述距離L更接近地配置基準構造體。此處，不同種類之二次光意指例如不同波長之二次光。因螢光為與入射光不同之波長之光，故可藉由產生繞射光之週期構造、與螢光體之組合而實現，亦可組合以不同波長發光之螢光體。藉由如此使自相鄰之構造體發出之二次光之波

長變化，可藉由彩色濾光片等去除來自相鄰之基準構造體之二次光。或，於使具有週期構造之基準構造體、及使二次光之偏光與入射光不同之基準構造體相鄰之情形時，例如於使螢光體或散射體相鄰之情形，藉由使用偏光件，可將來自相鄰之構造體之二次光信號分離。

【0066】粗調整用基準構造體6a'之中心標記6c'及微調整用基準構造體6a''之中心標記6c''之大小可配合各個基準構造體之外形而放大縮小。但，於使用SEM圖像之試料載台位置之調整時，若以相同之SEM倍率調整，則可使SEM圖像之調整精度同程度化，故而較佳。因此，粗調整用之中心標記6c'之尺寸更好的是與微調整用之中心標記6c''之尺寸相同。

【0067】圖5係顯示圖1之控制系統5之例之構成圖。

【0068】控制系統5具有SEM圖像處理部5a、試料載台控制部5b、光控制部5c、顯示部5d及記憶部5e。SEM圖像處理部5a基於由SEM圖像產生部3d產生之SEM圖像，檢出圖3所示之調整用試料6之基準構造體6a之中心標記6c。試料載台控制部5b以使基準構造體6a之中心標記6c來到SEM圖像之中心之方式，移動可動載台4b(圖1)。光控制部5c基於二次光Ray2之信號強度，控制反射鏡角度(H，V)，調整光之照射位置。顯示部5d顯示SEM圖像或調整結果。記憶部5e記錄調整後之反射鏡角度。

【0069】使用圖6、7A、7B、8A及8B，說明光照射位置之調整方法之基本操作。

【0070】首先，使用者選擇使用之調整用試料6與基準構造體6a(步驟S1)。例如，如圖7A所示，使用者可使用GUI(8a)自清單選擇。控制裝置根據使用者之選擇，使用搬送臂等將調整用試料設置於試料台。再者，控制裝置將試料載台移動至選擇之基準構造映現於SEM圖像之位置。

【0071】 其次，一面確認SEM像，一面將載台移動至標記中心(步驟S2～S3)。使用者於GUI(設定項目8b)選擇可確認中心標記之倍率。控制裝置藉由圖案匹配等算法，自動移動試料載台。或，使用者一面觀察SEM圖像8c，一面以基準構造體之中心標記成為圖像中央之方式，手動設定試料載台之XY座標8d。藉由該等步序(步驟S1～S3)，電子束照射範圍之中心與基準構造體之中心一致。

【0072】 其次，使用者設定光照射位置調整之條件(步驟S4)。首先，使用者為了不使檢出器之信號飽和，設定照射之雷射之輸出(設定項目8e)。接著，自清單選擇檢出二次光Ray2之檢出器(設定項目8f)。例如，於本實施例中，較佳為選擇位於二次光Ray2最容易入射之位置之電子束檢出部3c。接著，對2個軸H、V分別設定反射鏡角度之掃描範圍(設定項目8g)。掃描範圍係為了探索最佳反射鏡角度而使反射鏡之角度變化之範圍，於GUI上例如可設定掃描之開始地點與結束地點。或，雖未圖示，但亦可為能指定範圍之中心與寬度之GUI構成。

【0073】 又，使用者亦於GUI(設定項目8h)選擇最初調整的是2個軸H、V中之何者。於以下之說明中，以選擇最初調整軸H之情形為例進行說明，相反，即使於以最初調整軸V之方式設定之情形，亦可以同樣之步序調整。此時，使用者可於GUI(設定項目8i)中選擇將未選擇者，即軸V之角度設定為何值。例如，可指定使用由使用者設定之掃描範圍之中央值，亦可手動設定任意值。同樣，使用者於第2階段之調整，即軸V之調整時，可於GUI(設定項目8j)中設定如何設定另一軸，即軸H之角度。例如，設定為使用作為以第1階段之調整，調整軸H之結果而得之最佳值。

【0074】 其次，當使用者按下開始按鈕時，控制裝置開始光照射(步

驟S5)，且移動軸V之角度(步驟S6)。隨後，一面使軸H之值變化，一面擷取使用者所選擇之檢出器之電信號之大小最大之軸H之角度(步驟S7)。例如，一面以恆定之間隔改變軸H之角度，一面記錄二次光信號。此時，當光照射位置通過基準構造體時，二次光之量增加，故若繪製二次光強度作為反射鏡角度之函數，則成為如圖8A般之山峰之函數。換言之，於圖8A中，如圖2所示般於軸H之方向測定二次光之量之情形時，二次光之量成為具有突出之最大値之曲線。

【0075】 結果，於如圖7B所示之調整結果視窗中，顯示為第一掃描結果(圖表8k)。其中，取得最大値之反射鏡角度為調整後之反射鏡角度。

【0076】 又，作為求出二次光強度最大之反射鏡角度之方法，亦可使用梯度法。梯度法係亦被稱為最陡下降法之算法，因可以較少之試行次數求出極大値或極小値，故發揮可高速完成調整之效果。

【0077】 另，於光之照射徑d相對於基準構造體6a之大小較小之情形時，並非如圖8A所示之山峰曲線，而為如圖8B所示之階躍函數(step function)型之曲線(相對於軸H之變化，具有二次光之量大致恆定之最大値之範圍之曲線)。再者，於光照射區域(橢圓區域7a)內之功率密度空間上均一分佈之情形時，即具有平頂型之空間分佈之情形時，亦成為如圖8B所示般之階躍函數型之曲線。於該等情形時，於將二次光強度減少至最大値之1/2之反射鏡角度設為H0、H1時，反射鏡角度之最佳値可如(H0+H1)/2般，作為峰值之中心求出。

【0078】 作為自如圖8A及圖8B所示般之資料擷取最佳反射鏡角度之算法，不限於如上所述之使用最大値之方法、或使用峰值中心之方法。只要為自光檢出系統輸出之信號量之反射鏡角度依存性賦予最佳値之算法

即可。例如，可使用對高斯函數進行擬合之方法，亦可藉由機械學習模型。可於控制裝置安裝複數個算法。使用何種算法，可由控制裝置自動判定而選擇，亦可為能由使用者於GUI中選擇。

【0079】其次，控制裝置以同樣之步序(步驟S8～S9)，進行另一調整軸，即軸V之調整，並顯示第二掃描結果(圖表81)。於圖7B之視窗中，調整時之條件，例如雷射功率或使用之檢出器等亦顯示於欄位8m中。

【0080】使用者可藉由依序進行粗調整用基準構造體與微調整用基準構造體，調整步驟S1～S9之調整步序。於進行調整時，若反射鏡之掃描位置大幅偏移，則因光未照射至基準構造體，而無法擷取將二次光強度最大化之反射鏡角度，但藉由首先使用尺寸較大之粗調整用基準構造體進行調整，可發揮大致調整照射位置之效果。

【0081】再者，因於單一之調整用試料上亦具有尺寸較光之照射徑小之微調整用基準構造體，故可不更換試料高速切換粗調整與微調整，而發揮高精度調整照射位置之效果。

【0082】於微調整完成後，可動軸H、V之設定值保存於記憶部5e(圖5)。期望保存用於設定之所有資訊。例如，用於設定之檢出器、H、V之範圍等。結果可自動保存，亦可於使用者確認結果後手動保存。藉由該步序，可記錄使電子束之照射位置與光之照射位置正確一致之反射鏡角度之設定值，以供後續調用。另，於電子束與光之照射位置之偏移較小之情形時，可省略粗調整之步序，最初即進行微調整。

【0083】本實施例之調整方法使用包含根據光之照射產生二次光之基準構造體之調整用試料、控制光之照射位置之控制裝置、及檢出二次光並產生電信號之光檢出器，控制裝置以通過基準構造體之方式使光照射位

置於二個方向依序移動，而將產生之二次光量最大化，由此發揮可相對於電子束照射位置準確調整光照射位置之效果。

【0084】 又，本實施例之調整方法亦可應用於去除藉由荷電粒子束之照射而產生之試料之帶電。藉由使光照射位置與荷電粒子束之照射位置正確一致，可將藉由光照射產生之電荷效率良好地注入帶電區域，故發揮帶電去除效果提高之效果。

【0085】 本實施例中使用之基準構造體不僅可使用圖3所示之週期構造，亦可使用發出二次光Ray2之各種構造。

【0086】 以下，使用基準構造體之變化例1～3進行說明。

【0087】 [基準構造體之變化例1]

於變化例1中，對使用螢光體作為基準構造體之例進行說明。

【0088】 螢光體只要為根據光發出不同波長之光之材料即可，例如可為具有發光中心之YAG(Yttrium Aluminum Garnet：鈮鋁石榴石)等之材料，亦可為GaN等之半導體。或，亦可使用量子點、奈米線、量子阱等具有微細構造之材料。發光波長例如可為紫外～紅外之任意波長，但於使用ET檢出器作為二次光檢出器之情形時，若設為與閃爍器相同之發光波長，則可使用高檢出感度之波長域，因而更佳。基於另一觀點，可設為構成ET檢出器之受光元件之感度較高之波長域。當使用螢光體作為基準構造體時，因可使用與入射光不同波長之光作為二次光，故藉由使用彩色濾光片或分色鏡等，發揮可不受人射光或反射光之影響，而明確檢出二次光之效果。

【0089】 圖9A係顯示變化例1中使用之基準構造體之一例之剖視圖。

【0090】 於圖9A中，調整用試料6具有螢光體之基準構造體6a。

【0091】 基準構造體6a可設為平坦之構造，但藉由使構造變化，可增加二次光信號量。

【0092】 以下，對增加二次光之方法進行敘述。

【0093】 圖9B係顯示變化例1中使用之基準構造體之其他例之剖視圖。

【0094】 於本圖中，具有於調整用試料6之基板(Si製)之表面形成SiO₂之凹凸構造6d等之微細構造，由螢光體覆蓋該凹凸構造6d之表面之構造。藉由設為該種構成，可自調整用試料6提取藉由內部全反射而被封入試料內之光。因此，作為結果，可增加二次光量。另，光之封入起因於螢光體與空氣之界面處發生之全反射。

【0095】 圖9C係顯示變化例1中使用之基準構造體之另一例之俯視圖。

【0096】 於本圖中，螢光體以成為光諧振器構造之方式設置。作為用作本圖所示之基準構造體6a之微小之光諧振器，例如有H1型光子晶體諧振器6e等。但，光諧振器構造不限定於該等，亦可為Fabry-Perot(法布里-珀羅)諧振器或微盤諧振器。因該等光諧振器可增強發光量，故可增加二次光量。

【0097】 如圖9B及9C所示，若於螢光體附加光構造，則因可增加能檢出之二次光量，故發揮可明確檢出二次光之效果。

【0098】 [基準構造體之變化例2]

於變化例2中，就對基準構造體使用散射體者進行說明。

【0099】 圖10係顯示本變化例中使用之基準構造體之例之剖視圖。

【0100】 散射體6f係根據入射之光，朝向角度範圍出射相同波長之光之構造體。散射之角度範圍由散射體6f之表面粗糙度 R_z 決定，若使用如光檢出器包含於角度範圍之構造，則可明確檢出二次光，故而較佳。因自散射體6f發出之二次光朝各種方向發出二次光，故若將散射體6f作為基準構造體使用，則發揮可應對檢出器之位置不同之多種荷電粒子束裝置之效果。

【0101】 於本變化例中，雖已對作為散射體6f，將表面粗糙化之情形進行說明，但並非限定於此者。例如，可列舉將氧化鈦分散於樹脂等之散射體、使用內部具有多個扁平空隙之聚酯薄膜之散射體、使用硫酸鋇等擴散材料之散射體。

【0102】 [基準構造體之變化例3]

於本變化例中，就對基準構造體使用微鏡之例進行說明。

【0103】 圖11A係顯示本變化例中使用之基準構造體之例之剖視圖。

【0104】 於本圖中，調整用試料6具有微鏡之基準構造體6g。

【0105】 微鏡之表面為鏡面，將由微鏡反射之光作為二次光。鏡面相對於調整用試料6之基板面、即XY平面傾斜角度 α 。若將入射光相對於XY平面之入射角設為 β ，則由微鏡反射之光之角度為 $\gamma=\beta-\alpha$ 。另一方面，於基準構造體6g之外側(調整用試料6之基板面)正反射之光，朝向以調整用試料6之基板面之法線為對稱軸而與入射光相反之方向，即角度 $-\beta$ 之方向。因此，檢出器可僅檢出微鏡中之反射光。微鏡可使用入射光之波長區域中之反射率較高之金屬，亦可使用介電質多層膜反射鏡。

【0106】 當使用微鏡作為基準構造體6g時，因所有由微鏡反射之光

皆朝向檢出器，故發揮可效率良好地獲得明確之二次光信號之效果。又，微鏡之表面亦可為曲面，例如於設為拋物面之情形時，藉由將檢出器配置於拋物面之焦點位置，可效率更佳地檢出光。

【0107】圖11B係顯示本變化例中使用之基準構造體之其他例之剖視圖。

【0108】於本圖中，調整用試料6具有將複數個反射鏡陣列狀排列之基準構造體6h。

【0109】基準構造體6h可不改變厚度而擴大角度 α ，容易分離朝向角度 $-\beta$ 方向之正反射光。因此，可明確地檢出二次光量之變化。

【0110】再者，基準構造體6g(微鏡)可作為MEMS(Micro Electromechanical System：微機電系統)反射鏡，能藉由來自外部之控制信號控制角度 α 。藉由此種可動機構，因產生之二次光之角度可變，故可應對不同位置之檢出器不同之多種荷電粒子束裝置。

【0111】 [實施例2]

於本實施例中，與實施例1之主要不同點在於，荷電粒子束裝置之試料載台系統具有試料高度感測器。

【0112】首先，使用圖12說明問題。

【0113】圖12係顯示本實施例中試料之高度變化時之影響之模式圖。

【0114】如本圖所示，於以避開電子束軌道之方式，自斜向以角度 β 入射光之情形時，當試料9之高度變化 dz 時，光之照射位置於試料9之表面移動距離 $dz \cdot \tan\beta$ 。因此，必須配合試料9之高度變化調整光之照射位置。

【0115】 圖13係顯示本實施例之荷電粒子束裝置之模式構成圖。

【0116】 本圖所示之荷電粒子束裝置中，與實施例1(圖1)之不同點在於，具有高度感測器4c。

【0117】 高度感測器4c測量試料之高度。根據高度感測器4c之輸出值，校正為最佳之反射鏡角度，藉此可相對於任意高度之試料調整光照射位置。

【0118】 圖14A係顯示本實施例中使用之調整用試料之例之剖視圖。

【0119】 本圖所示之調整用試料6i、6i'、6i''係用於校正者。調整用試料6i、6i'、6i''各自具有不同厚度之基板，可進行不同高度之調整。

【0120】 圖14B係顯示本實施例中使用之調整用試料之其他例之剖視圖。

【0121】 本圖所示之調整用試料6j具有厚度不同之部分，於各個部分設置有基準構造體6a。

【0122】 另，於以下之說明中，雖以圖14A為例進行說明，但於使用了如圖14B般之試料之情形時，亦可以同樣之步序構成。又，於圖14A及14B中，僅例示出3種高度之試料，但當然亦可使用高度種類更多之試料。

【0123】 高度感測器係若使用光槓桿方式之高度感測器、或雷射干涉計，則可高精度地測量高度，故而較為適宜，但測量之方法不限於此，亦可為ToF(Time of flight：飛行時間)型之高度感測器，還可機械性測量高度。作為高度感測器之構成例，可舉專利文獻5所記載者等。

【0124】 其次，說明反射鏡角度之校正步序。

【0125】 圖15係顯示反射鏡角度之校正方法之流程圖。

【0126】 圖16A係操作GUI且顯示設定畫面之例之圖。

【0127】 圖16A係操作GUI且顯示試料高度之測量值及調整結果之例之圖。

【0128】 首先，使用者輸入光照射位置調整之設定項目(8b、8e、8f、8g、8h、8i、8j)(步驟S10)。因設定項目與實施例1同樣，故省略說明。

【0129】 其次，當使用者按下開始按鈕時，控制裝置使用搬送臂等，自動將調整用試料設置於試料台(步驟S11)。

【0130】 其次，控制裝置不照射光而進行SEM攝影(步驟S12)。且，以中心標記映現於SEM圖像之中心之方式移動載台(步驟S13)。向中心之移動如實施例1所說明般，可以圖案匹配等之算法自動進行。或，亦可如實施例1所說明般，設為如可藉由使用者之輸入手動調整之構成。

【0131】 其次，控制裝置如實施例1所說明般，調整反射鏡角度H、V(步驟S14)。

【0132】 其次，控制裝置將試料載台移動至無基準構造體之平坦部(步驟S15)。且，藉由高度感測器測量試料高度(步驟S16)。藉由於平坦部進行高度測量，發揮可不受基準構造體之影響，而準確測量高度之效果。

【0133】 其次，測量裝置將試料高度之測量值與調整結果(H，V)建立關聯並保存於記憶部5e(步驟S17)。更佳為，調整時之雷射輸出或使用之檢出器等之條件亦同時予以保存。

【0134】 其次，控制裝置使用搬送臂等，自試料台取出調整用試料(步驟S18)。

【0135】 其次，控制裝置返回至步驟S12，使用另一高度之調整用試料進行調整。對所有調整用試料完成調整後，結束調整步驟。

【0136】 當完成以上步驟時，構建與高度感測器之值相應之反射鏡角度(H，V)之最佳值之表，並顯示於表8n中。

【0137】 另，於可動載台4b於高度方向(Z方向)亦具有可動軸之情形時，亦可代替使用不同高度之試料，而藉由改變可動載台4b之高度，製作將高度感測器之值與反射鏡角度之值建立對應之表。

【0138】 圖17係顯示實施例2之照射位置之調整方法之流程圖。

【0139】 使用本圖，說明根據試料之高度自動調整照射位置之方法。

【0140】 首先，使用者將欲照射荷電粒子束與光之試料設置於試料載台(步驟S20)。此處，例如於荷電粒子束裝置為SEM之情形時，試料係指觀察對象之試料。此時，試料之高度可未知。

【0141】 其次，控制裝置藉由高度感測器測量試料之高度(步驟S21)。

【0142】 最後，控制裝置基於表8n(圖16B)，進行內插或外插，設定可動軸H、V之值(步驟S22)。

【0143】 圖18係將圖16B之表8n圖表化者。橫軸為試料高度(Height)，縱軸為反射鏡角度之最佳值。

【0144】 於圖18中，作為例僅顯示可動軸H之例，但亦可對可動軸V同樣地調整。本圖之圖表所示之點係於步驟S10~S17求出之值，曲線係連接該等點之線。若試料高度為 z_1 ，則最佳反射鏡角度 h_1 作為曲線L1相對於試料高度 z_1 之值而求出。換言之，藉由使用利用內插而得之曲線

L1，可計算最佳之反射鏡角度。或，於試料高度偏離表 $8n$ 之範圍之情形時，可藉由基於範圍內之資料點進行外插而求出。

【0145】本實施例之調整方法可與高度感測器連動而自動調整光之照射位置。藉此，即使於將光相對於試料傾斜入射之情形時，亦可無關於試料高度，而使電子束照射位置與光之照射位置正確一致。

【0146】 [實施例3]

於本實施例中，與實施例1之主要不同點在於，將光檢出器設置於入射光之路徑上。

【0147】圖19係僅擷取光照射系統及光檢出系統之部分顯示之構成圖。因其他裝置構成與實施例1同樣，故省略說明。

【0148】於本圖中，光照射系統1於入射光之路徑上具有分支部1e。作為分支部1e，可使用分光器。

【0149】當光束Ray1(入射光)照射至調整用試料6之基準構造體6a時，產生二次光Ray2。因二次光Ray2亦朝向與光束Ray1完全相反之方向(180度之方向)，故到達分支部1e。且，二次光Ray2分為透過分支部1e直進之光束、與由分支部1e反射之光束Ray3。光檢出系統2檢出光束Ray3(二次光)。

【0150】藉由設為如此檢出自調整用試料6返回之二次光之構成，可將光照射系統1與光檢出系統2一體化，故可小型化，發揮容易設置於荷電粒子束之效果。

【0151】於使用螢光體作為基準構造體之情形時，可對分支部1e使用分色鏡。分色鏡有短通型與長通型。短通型具有波長短於某波長之光直進，反射長波長之光之特徵。另一方面，長通型之分色鏡具有波長長於某

波長之光直進，反射短波長之光之特徵。

【0152】於本實施例之構成中，自試料返回之螢光被分支部反射。因螢光體係自入射光接收能量並產生低於入射光之能量、即長波長之光之材料，故作為分色鏡，反射長波長之光之短通型較為適宜。但，於將光源與光檢出系統之位置反轉之情形時，相反，長波長之螢光直進之長通型較為適宜。藉由設為使用分色鏡之構成，可根據波長切換光路，與使用分光器之情形相比，因可使更多二次光入射至檢出器，故發揮可更明確檢出二次光之效果。

【0153】又，亦可對分支部1e使用偏光分光器。於該情形時，二次光之偏光必須與入射光之偏光不同，作為例，可應用於基準構造體使用散射體或螢光體之情形等。藉由設為使用偏光分光器之構成，可根據偏光切換光路。於使用無偏光之分光器之情形時，二次光信號之一部分於分光器直進。因此，若使用偏光分光器，則可反射更多二次光而入射至檢出器。因此，發揮可更明確地檢出二次光之效果。

【0154】 [實施例4]

於本實施例中，與實施例1之主要不同點在於，將光檢出器設置於正反射光之路徑上。

【0155】圖20A係僅擷取光照射系統及光檢出系統之部分顯示之構成圖。因其他裝置構成與實施例1同樣，故省略說明。

【0156】於本圖中，光檢出系統2具有分支部2a、2個受光元件2b、2c、及信號處理部2d。

【0157】分支部2a將正反射光分為反射光Ray1'和二次光Ray3'。二次光Ray3'由受光元件2b檢出。分支出之反射光Ray1'由受光元件2c檢出。

於使用螢光體作為基準構造體6a之情形時，如實施例3所說明般，可使用分色鏡或偏光分光器。於使用散射體作為基準構造體6a之情形時，如實施例3所說明般，可使用偏光分光器。

【0158】其次，對光照射位置之調整中受光元件2b、2c之信號強度X1、X2之變化進行說明。

【0159】圖21A係顯示由圖20A之受光元件2b檢出出之信號強度X1之圖表。

【0160】圖21B係顯示由圖20A之受光元件2c檢出出之信號強度X2之圖表。

【0161】如於實施例1說明般，若以通過基準構造之方式移動光照射位置，則二次光之信號強度X1成為向上凸出之曲線F1(圖21A)。

【0162】另一方面，產生二次光後，照射之光能之一部分被轉換為二次光，因此產生之反射光之強度變低(圖21B)。因此，若以通過基準構造體之方式移動光照射位置，則反射光之強度成為向下凸出之曲線F2。

【0163】圖21C係顯示由圖20A之信號處理部2d算出之電信號X3之圖表。

【0164】信號處理部2d將二次光之強度X1及反射光之強度X2設為輸入，藉由除法算出新的電信號 $X3=X1/X2$ ，並輸出至控制系統。藉此而得之曲線F3較曲線F1、F2更為陡峭(圖21C)。因此，當將曲線F3作為輸入信號使用而進行實施例1所說明之調整時，因信號之變化較大，故發揮可不受雜訊等之影響，進行穩固之照射位置之調整之效果。

【0165】另，信號處理部2d進行之運算處理不限定於除法。例如，可代替除法而進行減法，亦可使用指數函數或對數函數。

【0166】 又，於具有自斜向照射光之光照射系統之情形時，為了防止正反射光行至裝置之外部、或於裝置內部亂反射而損傷內部構件，期望設置將光路終止之光束阻尼器。於本實施例之光檢出系統之構成中，藉由於正反射光之路徑上設置檢出器，無需光束阻尼器，而發揮可簡化構成，且更明確地檢出二次光之效果。

【0167】 [光學系統之變化例]

圖20B係顯示光學系統之變化例之構成圖。

【0168】 因光學系統與圖20A相同，故省略說明。

【0169】 於本變化例中，受光元件2b使用實施例1中所述之電子束檢出部3c。於該情形時，可省略光檢出系統2之分支部2a，可於反射光路徑上直接設置受光元件2c。但，於使用螢光體或散射體作為基準構造體6a之情形時，因除反射光外，亦有螢光或散射光入射至受光元件2c之情形，故經由去除二次光之光學元件2a'檢出光束Ray1'。藉此，可僅選擇性檢出反射光，故而較佳。對於光學元件2a'，可使用彩色濾光片或偏光件。

【0170】 [基準構造體之變化例]

圖20C係顯示光學系統之變化例之構成圖。

【0171】 本圖所示之基準構造體6a由光吸收體構成。吸收光束Ray1並產生減光後之光，作為反射光Ray1'。

【0172】 基準構造體6a由吸收光束Ray1之材料或構造構成。作為吸收光束Ray1之材料，例如可使用非晶碳或石墨等，但並不限定於該等材料。或，亦可使用不反射光之微細構造。作為微細構造之例，可使用於對Si進行電漿蝕刻時等產生之針狀構造體(黑矽)。

【0173】 於本變化例中，不產生二次光Ray2。僅使用藉由基準構造

體6a減光之反射光Ray1'，可調整照射位置。光檢出系統2通常由單一之檢出器構成。可使用之檢出器之種類如實施例1所說明。

【0174】 若以實施例1所說明之方法使反射鏡角度之位置變化，則於光照射位置與基準構造體6a一致時，反射光Ray1'之量減少。其與圖21B所示之向下凸出之曲線F2同樣。因此，控制裝置藉由求出賦予曲線F2之最小值之反射鏡角度，可調整光照射位置。因光吸收體可吸收廣範圍之波長之光，故藉由對基準構造體6a使用光吸收體，可發揮即使於光源發出複數個波長之光之情形時，亦可進行調整之效果。

【0175】 [實施例5]

於本實施例中，與實施例1之主要不同點在於，使用使基準構造體之中心標記之位置自本來之基準構造體之中心座標偏移之調整用試料。

【0176】 首先，以荷電粒子束裝置，尤其SEM為例說明問題。

【0177】 SEM具有以下之影像移位功能，即，即使不移動試料載台，藉由使用電子束偏向器，亦於數十 μm 以上之範圍內移動SEM觀察範圍。即，有觀察偏離使用調整用試料調整後之光照射位置之位置之情形。因此，必須配合電子束照射位置之移動，將光照射位置設定為XY面內之任意座標。

【0178】 為了於XY面內之任意座標設定照射位置，必須獲得自所需之XY面內之光照射位置(x, y)賦予反射鏡之角度(H, V)之轉換式。即，必須獲得自XY空間向HV空間之座標轉換式。

【0179】 更具體而言，座標轉換式由下式(1)及(2)表示。

$$H = AHX \cdot X + AHY \cdot Y + H_0 \cdots (1)$$

$$V = AVX \cdot X + AVY \cdot Y + V_0 \cdots (2)$$

【0180】 由6個係數(AHX、AHY、AVX、AVY、H0、V0)決定。

【0181】 另，於本實施例中，如上述式(1)及(2)般由線性式表示轉換式，但轉換式不限於此。例如，於將光通過透鏡聚光之情形等，於照射位置之變化量相對於反射鏡角度彎曲之情形時，亦可考慮高次項、例如2次或3次項，製作轉換式。於使用考慮到高次項之轉換式之情形時，因亦可考慮到透鏡之彎曲，故即使於光學系統包含透鏡之情形時，欲將照射範圍調整為大至會產生彎曲的程度之範圍之情形等時，亦發揮可準確調整照射位置之效果。

【0182】 圖22係顯示可用於獲得座標轉換式之調整用試料之例之俯視圖。因其他裝置構成與實施例1同樣，故省略說明。

【0183】 如本圖所示，使用具有3個基準構造體6k1、6k2、6k3之調整用試料6。其原因在於應決定之係數有6個。基準構造體6k1、6k2、6k3各自具有用於藉由SEM觀察檢知中心之中心標記6c。因調整用試料6或基準構造體6k1、6k2、6k3之構造、尺寸等如實施例1所述，故省略說明。

【0184】 就各個基準構造體6k1、6k2、6k3，係於中心標記6c之位置自基準偏移之位置配置基準構造體。例如，基準構造體6k1位於相對於中心標記6c之位置偏移 $Q1(dx1, dy1)$ 之位置。同樣，基準構造體6k2、6k3以中心標記6c為原點，分別位於 $Q2(dx2, dy2)$ 、 $Q3(dx3, dy3)$ 之位置。雖 $Q1 \sim Q3$ 之座標可任意選擇，但因必須決定6個係數，故矢量 $Q1Q2$ 與矢量 $Q1Q3$ 必須線性獨立。換言之，於XY面內描繪 $Q1 \sim Q3$ 時， $Q3$ 不能處於直線 $Q1-Q2$ 上。

【0185】 圖23係顯示用於獲得座標轉換式之調整步序之流程圖。

【0186】 首先，使用者設定光照射位置調整之條件(步驟S30)。因設

定畫面之GUI之例可與圖16A相同，故省略說明。

【0187】其次，控制裝置使用搬送臂等將調整用試料搬送至試料台(步驟S31)。

【0188】其次，控制裝置不照射光而進行SEM攝影(步驟S32)。且，將試料載台移動至基準構造體6k1之中心標記位置(步驟S33)。控制裝置取得SEM圖像，藉由圖案匹配等之算法，以中心標記來到SEM圖像之中心之方式，移動試料載台。另，於具有影像移位功能之SEM之情形時，將影像移位移動至原點後進行攝影。

【0189】其次，控制裝置以與實施例1同樣之方法調整照射位置(步驟S34)。

【0190】其次，控制裝置將調整結果(H1，V1)和與中心標記之偏移Q1建立關聯並記錄(步驟S35)。

【0191】其次，控制裝置將試料台移動至基準構造體6k2、6k3之位置，依序實施步驟S32～S35。調整結果(H2，V2)、(H3，V3)分別與Q2、Q3建立關聯並記錄。

【0192】其次，控制裝置計算轉換係數(步驟S36)。

【0193】控制裝置藉由將調整結果代入上述式(1)及(2)，獲得聯立方程式。例如，代入上述式(1)而得之聯立方程式由下式(3)、(4)及(5)表示。

$$H1=AHX \cdot X1+AHY \cdot Y1+H0 \cdots (3)$$

$$H2=AHX \cdot X2+AHY \cdot Y2+H0 \cdots (4)$$

$$H3=AHX \cdot X3+AHY \cdot Y3+H0 \cdots (5)$$

【0194】因自由度為3，故該聯立方程式(3)、(4)及(5)可求解，控制

裝置可求出係數AHX、AHY、H0。

【0195】 同樣，控制裝置藉由求解代入上述式(2)而得之聯立方程式，可求出係數AVX、AVY、V0。另，於本實施例中，雖已說明使用3個基準構造體之例，但亦可使用4個以上之基準構造體，數值性計算最佳係數。藉由使用更多基準構造體，發揮可更高精度地決定係數之效果。

【0196】 最後，控制裝置將轉換係數、即係數AHX、AHY、H0、AVX、AVY、V0保存於記憶部5e(圖5)。更佳為，亦可如實施例2般測量試料高度，與試料高度建立關聯而保存轉換係數。

【0197】 圖24係顯示調整結果之顯示GUI之例之圖。

【0198】 調整之條件顯示於欄位8m。調整之條件意指例如雷射輸出、或選擇之檢出器等。對於各基準構造體6k1、6k2、6k3之測定結果顯示於欄位8n'。轉換係數顯示於欄位8p。

【0199】 對使用求出之係數，將光照位置調整至試料上之任意座標(x, y)之方法進行說明。

【0200】 若將(x, y)代入上述式(1)及(2)，則應設定之反射鏡角度Hxy、Vxy由下式(6)及(7)算出。

$$H_{xy}=AHX \cdot x+AHY \cdot y+H0 \cdots (6)$$

$$V_{xy}=AVX \cdot x+AVY \cdot y+V0 \cdots (7)$$

【0201】 如本實施例般，藉由使用以中心標記物為基準偏移(x, y)之基準構造體而調整光照射位置，發揮可任意設定相對於荷電粒子束之照射位置之相對光之照射位置的效果。

【0202】 [實施例6]

於本實施例中，與實施例1之主要不同點在於，相對於基準構造體之

邊界線進行調整。

【0203】 使用圖25及圖26，說明原理。

【0204】 圖25係顯示本實施例中使用之調整用試料之構造例者。

【0205】 於本圖中，於調整用試料6即晶圓之右半部分設置有半圓狀之基準構造體6a。基準構造體6a具有通過調整用試料之中心之邊界線B1。

【0206】 試料載台以電子束照射位置位於邊界線B1上之方式預先進行調整。若於該狀態下，相對於邊界線B1上調整光照射位置，則可以電子束照射位置與光照射位置位於相同之邊界線B1上之方式進行調整。

【0207】 另，邊界線意指位於基準構造體之內部(設置有基準構造體之區域)與外部(未設置基準構造體之區域)之交界之線。例如，如實施例1所說明般，於由發出繞射光之週期構造構成基準構造體之情形時，有週期構造之部分為內側，無週期構造之部分為外側。將該等邊界定義為邊界線。另，邊界線如變化例6所說明般，於有不同種類之基準構造體之情形時，亦可為其等之邊界線。於任一種情形，只要於邊界線交叉之前後，於檢出器產生之電信號量變化即可。例如，只要產生之二次光之量或波長、角度分佈等變化即可。

【0208】 控制裝置使雷射照射位置朝如與邊界線B1交叉之方向移動。例如，於圖25中，顯示於移動調整軸H時，以自基準構造體之外側(橢圓區域7a)，通過邊界線上(橢圓區域7a')移動至內側(橢圓區域7a'')之方式控制之情形。

【0209】 圖26係將此時之二次光信號量之變化描繪為反射鏡角度之函數之圖。橫軸為軸H或軸V之值，縱軸為二次光之強度。

【0210】於照射位置位於基準構造體之外側(橢圓區域7a)之情形時，雖不產生二次光，但當光照射區域重疊於邊界線時，開始檢出二次光信號。因二次光量係自基準構造體與光照射區域重疊之區域6aL內發出之光之量，故於光照射區域重疊於邊界線上之期間信號量單調增加。另一方面，當光照射區域完全進入基準構造體內時，二次光量恆定。

【0211】如此，當使調整軸以與邊界線交叉之方式移動時，因信號量於交點之位置大幅變化，故發揮即使於照射位置大幅偏移之情形時，亦可確實地進行粗調整之效果。

【0212】以下，說明基於此種二次光量之變化調整照射位置之算法之一例。但，算法並非限定於此處說明者。只要為將信號波形作為輸入，輸出中心位置之資料處理方法，則可為任意方法，作為不同之算法之例，另行說明變化例4。又，亦可於裝置搭載複數種算法。控制裝置可自動選擇最佳算法，亦可由使用者輸入。

【0213】說明本實施例之算法之具體原理。

【0214】於光照射區域之中心為邊界線上之情形時(橢圓區域7a')，因恰好光照射區域之一半與基準構造體重疊，故產生之二次光量相對於最大值亦為1/2。更具體而言，於將圖26中之最小值設為m，將最大值設為M時，二次光量為 $(m+M)/2$ 。以下，將 $(m+M)/2$ 表記為目標值 I_t 。另， I_t 亦可不嚴格為 $(m+M)/2$ 。只要為 $(m+M)/2 \pm 0.2$ 左右，則可向電子束之照射區域充分照射光。藉由如此設定容許值相對於目標值之範圍，發揮對於二次光信號之雜訊變穩固之效果。容許值之範圍可使用上述標準，於要求高精度調整之情形時，使用者亦可指定小於其之值。又，於以粗調整為目的使用之情形時，亦可設為更大之容許值之範圍。

【0215】 若活用該特徵，則藉由調整為如二次光量為目標值 I_t 之反射鏡角度，可調整照射位置。

【0216】 另，當邊界線B1與調整軸H直角交叉時，可更準確調整照射位置。使用圖27A及27B說明該理由。

【0217】 圖27A係強調顯示可動軸H與邊界線B1傾斜交叉時產生之照射位置之偏移之圖。

【0218】 電子束之照射範圍為 $6n$ ，可動軸H調整後之光照射位置為 $7a$ 。邊界線B1為平行於y軸者。

【0219】 此時，可使用邊界線B1進行調整者的是垂直於邊界線B1(y軸)之方向之位置、即x座標，於邊界線B1方向上無感度。因此，光照射位置(橢圓區域 $7a$)與電子束照射位置(電子束之照射範圍 $6n$)成為朝邊界線B1(y軸)方向偏移之位置。但，因H軸、V軸相對於x軸、y軸傾斜，故於可動軸H與可動軸V之兩者偏移之狀態下進行調整。

【0220】 圖27B係顯示以邊界線B1與可動軸H直角相交之方式使調整用試料旋轉時之圖。

【0221】 此時，與圖27A所說明同樣，雖照射位置朝邊界線B1方向偏移，但相對於與邊界線B1垂直之方向(H軸方向)，可準確進行調整。具體之步序將稍後說明，同樣，藉由於固定H軸之狀態下進行V軸之調整，亦可使光照射位置相對於電子束照射位置正確一致。

【0222】 如上所述，藉由使調整軸與邊界線直角交叉，發揮可準確調整照射位置之效果。

【0223】 另，於可動軸H與邊界線B1為未直角交叉之朝向之情形時，如已說明般，可使調整用試料旋轉而調整角度。或，於反射鏡之可動

軸有2軸以上之情形時，藉由使該等連動，亦可調整光照射位置之掃描方向自身。

【0224】 其次，使用圖28、圖29、圖30及圖31，說明應用該原理並於二維面內調整照射位置之步序。

【0225】 圖28係調整之流程圖。

【0226】 圖29係顯示用於輸入本實施例之設定項目之GUI之例者。

【0227】 圖30係顯示調整調整軸V時之調整用試料之設置方向之圖。

【0228】 圖31係顯示用於顯示本實施例之調整結果之GUI之例者。

【0229】 首先，使用者進行調整條件之設定(步驟S40)。因設定項目(8e、8f、8g、8h)與實施例1共通，故省略說明。其他設定項目(8q)之細節，於以下相應之部位進行說明。另，於本實施例中，雖說明設定項目8h中，選擇H軸作為最初之調整軸之例，但即使於最初實施V軸之調整、後續調整H軸，亦可同樣進行調整。

【0230】 當使用者藉由GUI操作等指示調整開始時，控制裝置將調整用試料自動搬送至試料室，使調整用試料旋轉為基準構造體之邊界線相對於調整軸H成為直角之朝向(步驟S41)。此時，調整軸H之角度由使用者於設定項目8q中指定。或，於反射鏡固定於裝置且角度固定之情形時，亦可省略該設定項目而使用固定值。

【0231】 接著，控制裝置以使邊界線B1來到SEM圖像之中央之方式，移動載台(步驟S42)。或，使用者可一面觀看SEM圖像，一面手動移動載台。

【0232】 其次，控制裝置以指定之功率開始光照射(步驟S43)，一面

掃描角度H一面記錄二次光量之最大值M與最小值m。或，亦可僅於掃描範圍之下限與上限之2個部位進行測量，將較大值用作最大值M，將較小值用作最小值m。又，於本實施例中，顯示角度H之移動範圍由使用者於設定項目8q中指定之例，但亦可不要求使用者輸入，而使用反射鏡之全可動範圍。

【0233】 控制裝置自測量出之值計算 $(m+M)/2$ ，設定目標值 I_t 。結果顯示於圖31之欄位8r、8s、8t(步驟S44)。

【0234】 其次，控制裝置以使二次光量成為目標值 I_t 之方式，調整反射鏡之角度H(步驟S45)。調整可藉由反復進行反射鏡角度之調整，直至目標值與測量值之誤差成為指定值以下而進行。作為反復之算法，可使用二分法或Newton(牛頓)法。

【0235】 使用者可使用設定項目8q，設定結束處理之誤差率與最大反復次數。此處，誤差率E於將進行N次調整後之二次光量設為 I_N 時，定義為 $E=|(I_N-I_T)/I_t|$ 。

【0236】 控制裝置於誤差率E低於指定之值之情形時，結束調整。或，於調整之反復次數N為使用者指定之值以上之情形時，亦結束調整。控制裝置於反復次數超過上限值之情形時，可省略以後之步驟而異常結束，亦可使用誤差率E最低之反射鏡角度繼續調整。或，亦可顯示由使用者確認繼續進行調整之對話框畫面。

【0237】 最終調整之反復次數、誤差率、調整後之反射鏡角度、及二次光量之角度依存性顯示於圖表8k。或，亦可不於畫面顯示結果之全部或一部分而將其作為日誌文檔保存。

【0238】 其次，控制裝置如圖30所示，以邊界線相對於V軸成直角

之方式使調整用試料旋轉，且以SEM之視野中心處於邊界線上之方式再次移動試料台(步驟S46~S47)。

【0239】最後，控制裝置以與H軸同樣之步序，以二次光量成為目標值之方式調整角度V(步驟S48)。另，因於步驟S44已算出目標值It，故無需於調整V軸前再設定目標值，但亦可重新實施。於步驟S47後重新進行算出目標值It之步驟之情形時，即使於二次光量依存於光之入射方向之情形時，亦可發揮能準確調整之效果。

【0240】如上所述，藉由使調整用試料旋轉、相對於兩個方向之邊界線依序進行調整，即使於光照射位置自邊界線大幅偏移之情形時，亦可確實地實施粗調整。

【0241】另，藉由將本實施例與實施例1之調整組合，亦可更確實且準確地進行調整。例如，於光之照射位置自實施例1中使用之基準構造體之圓之直徑大幅偏移之情形時，亦有靠實施例1之方法無法進行粗調整之情形。於該情形時，首先由本實施例之方法進行大致調整後，返回實施例1之方法進行調整，藉此可確實地進行粗調整與微調整。

【0242】 [變化例4]

變化例4係藉由將二次光量之變化率最大化而進行調整之算法之變化例。

【0243】圖32A、32B及32C係說明將反射鏡角度H自H0變為H1時之二次光量之變化率之圖。

【0244】圖33係顯示將二次光量之變化率描繪為反射鏡角度H之函數之例之圖表。

【0245】首先，於反射鏡角度為H0時，產生之二次光量由與基準構

造體重疊之區域決定，將其信號量設為 I_0 。同樣，將反射鏡角度移動至 H_1 時產生之二次光量設為 I_1 。

【0246】此處，因將反射鏡角度自 H_0 移動為 H_1 時之信號增加量 I_1-I_0 係圖32A與32B之差量，故相當於自圖32C之區域6aD內發出之二次光量。如實施例1所說明般，因雷射等之光源具有如中心之照度最高之空間分佈，故信號增加量 I_1-I_0 於區域6aD與照射區域之中心交叉時最大。

【0247】若將二次光量之變化率亦考慮反射鏡角度之變化量而定義為 $(I_1-I_0)/(H_1-H_0)$ ，則變化率如圖33所示成為山峰之函數。其最大值於區域6aD通過照射位置之中心時取得。換言之，若將反射鏡調整為如變化率最大之位置，則可使雷射照射位置相對於基準構造體之邊界線一致。

【0248】藉由如此使用將變化率最大化之算法，因可省略於調整開始時進行二次光量之最大與最小之步序(步驟S44)，故發揮縮短調整時間之效果。

【0249】又，因並非以目標值與二次光量一致之方式反復調整之算法，而可使用求出最大值之算法，故藉由使用梯度法等，亦可以較少之反復次數完成調整。

【0250】 [變化例5]

於變化例5中，對於不具有試料之旋轉機構之荷電粒子束裝置中，用於進行調整之基準構造體之構成例進行說明。

【0251】圖34A及圖34B係顯示本變化例中使用之調整用試料之構造例者。

【0252】本變化例之調整用試料6係如晶圓之1/4由基準構造體6a構成之構造，具有橫向之邊界線LH與縱向之邊界線LV兩者。

【0253】 使用圖28之流程圖，說明使用本變化例之調整用試料之照射位置調整步序。

【0254】 使用者首先進行條件設定(步驟S40)，對裝置進行調整之開始命令。於本變化例中，說明使用者以最初進行H軸之調整之方式設定之例。

【0255】 控制裝置以使電子束之照射位置來到邊界線LV上之方式，移動試料載台(步驟S42)。於本變化例中，於無需使試料旋轉之步驟(步驟S41)之點上大不相同。但，因邊界線LV僅為到達晶圓中央為止之長度，故為了確實地進行調整，必須以使電子束之照射位置成為邊界線LV之中心附近6pH之方式，調整載台。於移動載台後，控制裝置進行H軸之調整(步驟S43~45)。此時之光照射位置之移動範圍例如為位置7aH至位置7aH'。

【0256】 其次，進行V軸之調整。因本實施例之基準構造體亦追加具有橫向之邊界線LH，故無需試料旋轉之步驟S46。但，與H軸之調整時同樣，因邊界線LH僅為到達晶圓之中心為止之長度，故以使電子束之照射位置成為邊界線之中央附近6pV之方式，調整試料載台(步驟S47)。最後，進行V軸之調整(步驟S48)。此時之光照射位置之移動範圍例如為位置7aV至位置7aV'。

【0257】 另，本變化例中可使用之構造不限於此種構造，例如亦可將正方形型之基準構造體配置於晶圓之中心並使用其邊界線。

【0258】 又，藉由配置調整機構，於可動軸H與V之方向相對於xy軸傾斜之情形時，如圖34B般以如邊界線LV、LH分別與可動軸H與V直角相交之角度製作調整用試料時，可更高精度地進行調整。於任一情形時，

最低限度，只要非平行之邊界線有2條以上即可。

【0259】如此，藉由使用調整用試料自身具有複數個朝向之邊界線之基準構造體，可省略使調整用試料旋轉之步序，發揮可縮短調整時間之效果。又，因無需使調整用試料旋轉之機構，故亦可將裝置構成簡化。

【0260】進而，於如圖34A或圖34B所說明之調整用試料之情形時，因未使用左下之區域，故亦可追加配置如實施例1所說明之圓形之基準構造體。藉由如此具有複數個構造之基準構造體，可區分使用，於粗調整時使用可確實調整之粗調整用基準構造體，於微調整時，使用載台之移動次數較少、可更高速地進行調整之微調整用基準構造體等。

【0261】 [變化例6]

於變化例6中，對使用不同之2個基準構造體間之邊界線之調整例進行說明。

【0262】 使用圖35，說明試料之構造。

【0263】 於本圖中，與圖25同樣，於調整用試料之右半部分有基準構造體6a，此處作為例，設為由以藍色發光之Ga₂N構成。於本變化例中，除此之外，以紅外發光之GaAs之基準構造體處於左側。另，於本變化例中，雖以Ga₂N與GaAs之組合為例，但亦可為其他螢光材料之組合。或，亦可組合不同種類之基準構造體，例如右側設為如產生繞射光般之週期構造，左側設為螢光材料。於任一情形時，只要為發出不同量之電信號之基準構造體之組合即可。

【0264】 使用本變化例時之檢出光學系統可使用實施例4所說明之光學系統。自試料發出之螢光由分色鏡分離。於分色鏡為長通型之情形時，自基準構造體6a發出之光由受光元件2b接收，自基準構造體6m發出

之光由受光元件2c接收。

【0265】圖36A係描繪自受光元件2b輸出之信號波形F1者，圖36B係描繪自受光元件2c輸出之信號波形F2者。

【0266】於光照射位置為橢圓區域7a時，因GaAs發光，故於受光元件2c中檢出到二次光信號，但於受光元件2b未檢出到。另一方面，於照射位置為橢圓區域7a'時，因GaN發光，故僅於受光元件2b檢出到二次光。因此，波形F1與波形F2表示相反之位置依存性。

【0267】圖36C如實施例4所說明般描繪由信號處理部2d輸出之信號。

【0268】信號處理部2d例如輸出將受光元件2b之輸出信號除以受光元件2c之輸出信號而得之值。此種波形F3如實施例4中已說明般，因顯示較由單一之檢出器獲得之波形F1、F2更為陡峭之特性，故發揮可進行更穩固之調整之效果。

【0269】以下，對本揭示之理想之實施形態進行總結說明。

【0270】基準構造體具有週期構造，週期構造之週期於將第一光之波長設為 λ 、將第一光入射之媒質之折射率設為n時，為 λ/n 以上，小於第一光之照射徑。

【0271】基準構造體由根據第一光發出螢光之材料構成。

【0272】基準構造體由根據第一光產生散射光之材料或構造構成。

【0273】基準構造體由被調整為反射光朝光檢出器之方向出射之斜度之鏡面構成。

【0274】基準構造體具有與可動機構之可動軸呈直角相交之直線狀之邊界線。

【0275】 基準構造體具有複數條非平行邊界線。

【0276】 第一光之照射位置可二維調整。

【0277】 粒子束檢出器具有檢出光之功能。

【0278】 調整用試料具有複數個構造體，相鄰之複數個構造體之距離大於照射位置之可動範圍。

【0279】 調整用試料具有不同大小之構造體，以構造體自大而小之順序進行可動機構之調整。

【0280】 荷電粒子束裝置進而具備測量試料之高度之高度感測器，調整用試料具有不同高度之部分，藉由調整可動機構，校正試料之高度下之第一光之照射位置。

【0281】 週期構造為二維者。

【0282】 以由光檢出器檢出到之第二光之強度最大之方式，調整可動機構。

【0283】 以由光檢出器檢出到之第二光之強度相對於最大值為 $1/2$ 之方式調整可動機構。

【0284】 以由光檢出器檢出到之第二光之強度之變化率最大之方式調整可動機構。

【0285】 第二光包含反射光及二次光，使用源自反射光及二次光之電信號調整可動機構。

【0286】 調整用試料具有用於藉由照射荷電粒子束而得之圖像檢知中心之標記物，調整用試料之基準構造體之中心配置於自標記物之中心偏移之位置，使用基準構造體調整可動機構。

【0287】 第一光自與荷電粒子束不同之方向照射至試料。藉此，可

不妨礙荷電粒子束之照射路徑而向試料照射光，且無需用於將光與荷電粒子束平行化之透鏡或稜鏡等之零件。

【0288】 控制裝置以通過基準構造體之邊界線之方式，使第一光之照射位置移動。

【0289】 基準構造體具有直線狀之邊界線，直線狀之邊界線與可動機構之第一光之照射位置之移動方向成直角。

【0290】 基準構造體具有非平行之複數條邊界線。

【0291】 於將第一光之照射位置通過基準構造體之邊界線時之信號量之最大值設為M，將信號量之最小值設為m時，控制裝置將可動機構調整為信號量成為 $(M+m)/2$ 之位置。

【0292】 控制裝置將可動機構調整為第一光之照射位置通過基準構造體之邊界線時之信號量之變化率最大之位置。

【0293】 控制裝置以通過基準構造體之邊界線之方式，使第一光之照射位置移動。

【0294】 另，本揭示並非限定於上述之實施例者，亦包含各種變化例。例如，上述之實施例係為便於理解說明本揭示而詳細說明者，並非限定於必須具備說明之所有構成者。又，可將某實施例之構成之一部分置換為其他實施例及變化例之構成，又，亦可對某實施例之構成添加其他實施例及變化例之構成。又，關於各實施例之構成之一部分，可進行其他構成之追加、刪除、置換。

【符號說明】

【0295】

1:光照射系統

- 1a:光源
- 1b:光照射位置調整部
- 1c:光學元件
- 1d:可動載台
- 1e:分支部
- 2:光檢出系統
- 2a:分支部
- 2a':光學元件
- 2b, 2c:受光元件
- 2d:信號處理部
- 3:電子光學系統
- 3a:電子束源
- 3b:電子束聚光部
- 3c:電子束檢出部
- 3d: SEM圖像產生部
- 4:試料載台系統
- 4a:試料台
- 4b:可動載台
- 4c:高度感測器
- 5:控制系統
- 5a: SEM圖像處理部
- 5b:試料載台控制部
- 5c:光控制部

5d:顯示部
5e:記憶部
6:調整用試料
6a, 6g, 6h, 6m:基準構造體
6a':粗調整用基準構造體
6a'':微調整用基準構造體
6aD:區域
6aL:區域
6b:突起
6c, 6c', 6c'':中心標記
6d:凹凸構造
6e:H1型光子結晶諧振器
6f:散射體
6i, 6i', 6i'', 6j:調整用試料
6k1, 6k2, 6k3:基準構造體
6n:照射範圍
6p:區域
6ph:中心附近
6pV:中央附近
6S:基板
6S':保護層
7a, 7a', 7a'':橢圓區域
7b:照射位置之可動範圍

7aH, 7aH', 7aV, 7aV':位置

8a: GUI

8b, 8e, 8f, 8g, 8h, 8i, 8j, 8q:設定項目

8c: SEM圖像

8d: XY座標

8k, 8l:圖表

8m, 8n', 8p, 8r, 8s, 8t:欄位

8n:表

9:試料

A:週期

B1:邊界線

d:短軸直徑

D:長軸直徑

dx1 ~ dx3:座標

dy1 ~ dy3:座標

dz:距離

dz·tan β :距離

F1, F2, F3:曲線

H:可動軸

H0, H1:反射鏡角度

h1:最佳反射鏡角度

I0:信號量

I1:二次光量

L:距離

L1:曲線

LH:邊界線

LV:邊界線

m:最小值

M:最大值

Q1~Q3:位置

Ray1:光束

Ray1':反射光

Ray2:二次光

Ray3:光束

Ray3':二次光

R_H:大小

R_v:大小

R_z:表面粗糙度

S1~S22, S30~S38, S40~S48:步驟

V:可動軸

X1:信號強度

X2:信號強度

X3:電信號

z1:試料高度

α , β , γ :角度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光照射位置之調整方法，其係於荷電粒子束裝置中調整第一光之照射位置者，且所述荷電粒子束裝置具備：

粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；

粒子束檢出器，其檢出來自上述試料之粒子束，產生粒子束電信號；

光源，其產生照射至上述試料之上第一光；

可動機構，其可移動上述第一光之照射位置；

光檢出器，其檢出藉由照射上述第一光而自上述試料發出之第二光，並產生光電信號；

試料載台，其具有可設置上述試料並移動之構成；及

控制裝置；且

上述光源對設置於上述試料載台之調整用試料且包含基準構造體者照射上述第一光；

上述光檢出器檢出藉由上述基準構造體調變上述第一光而產生之上第二光，並將上述光電信號發送至上述控制裝置；

上述控制裝置發出以通過上述基準構造體之方式，變更上述第一光之上照射位置之指令，並基於上述光電信號之變化，以上述荷電粒子束之照射位置與上述第一光之上照射位置一致之方式，調整上述可動機構。

【請求項2】

如請求項1之調整方法，其中

上述基準構造體具有週期構造；且

於將上述第一光之波長設為 λ 、將上述第一光入射之媒質之折射率設為 n 時，上述週期構造之週期為 λ/n 以上，且小於上述第一光之照射徑。

【請求項3】

如請求項1之調整方法，其中上述基準構造體由根據上述第一光發出螢光之材料構成。

【請求項4】

如請求項1之調整方法，其中上述基準構造體由根據上述第一光產生散射光之材料或構造構成。

【請求項5】

如請求項1之調整方法，其中上述基準構造體由被調整為反射光朝上述光檢出器之方向出射之斜度之鏡面構成。

【請求項6】

如請求項1之調整方法，其中上述第一光之上述照射位置可二維調整。

【請求項7】

如請求項1之調整方法，其中上述粒子束檢出器具有檢出光之功能。

【請求項8】

如請求項1之調整方法，其中

上述調整用試料具有複數個構造體；且

相鄰之上述複數個構造體之距離大於上述照射位置之可動範圍。

【請求項9】

如請求項1之調整方法，其中

上述調整用試料具有不同大小之構造體；且

以上述構造體自大而小之順序，進行上述可動機構之上述調整。

【請求項10】

如請求項1之調整方法，其中

上述荷電粒子束裝置進而具備測量上述試料之高度之高度感測器；

上述調整用試料具有不同高度之部分；且

藉由上述可動機構之上述調整，校正上述試料之上述高度下之上述第一光之上述照射位置。

【請求項11】

如請求項2之調整方法，其中上述週期構造為二維者。

【請求項12】

如請求項1之調整方法，其中以由上述光檢出器檢出到之上述第二光之強度最大之方式，進行上述可動機構之上述調整。

【請求項13】

如請求項1之調整方法，其中

上述第二光包含反射光及二次光；且

使用源自上述反射光及上述二次光之電信號，進行上述可動機構之上述調整。

【請求項14】

如請求項1之調整方法，其中

上述調整用試料具有用於藉由照射上述荷電粒子束而得之圖像檢知中心之標記物；

上述調整用試料之上述基準構造體之中心配置於自上述標記物之中心偏移之位置；且

使用上述基準構造體調整上述可動機構。

【請求項15】

如請求項1之調整方法，其中上述第一光自與上述荷電粒子束不同之方向照射至上述試料。

【請求項16】

如請求項1之調整方法，其中上述控制裝置以上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之邊界線之方式，使其移動。

【請求項17】

如請求項16之調整方法，其中

上述基準構造體具有直線狀之邊界線；且

上述直線狀之邊界線與上述可動機構之上述第一光之上述照射位置之移動方向成直角。

【請求項18】

如請求項16之調整方法，其中上述基準構造體具有非平行之複數條邊界線。

【請求項19】

如請求項16之調整方法，其中於將上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之上述邊界線時之信號量之最大值設為M，將上述信號量之最小值設為m時，上述控制裝置將上述可動機構調整為上述信號量成為 $(M+m)/2$ 之位置。

【請求項20】

如請求項1之調整方法，其中上述控制裝置將上述可動機構調整為上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之上述邊界線時之信號量之變化率成為最大的位置。

【請求項21】

一種荷電粒子束裝置，其係具備以下者：

粒子束源，其對試料照射荷電粒子束；

粒子束檢出器，其檢出來自上述試料之粒子束，產生粒子束電信號；

光源，其產生照射至上述試料之第一光；

可動機構，其可移動上述第一光之照射位置；

光檢出器，其檢出藉由照射上述第一光而自上述試料發出之第二光，並產生光電信號；

試料載台，其具有可設置上述試料並移動之構成；及

控制裝置；且

上述光源對設置於上述試料載台之調整用試料且包含基準構造體者照射上述第一光；

上述光檢出器檢出藉由上述基準構造體調變上述第一光而產生之上述第二光，並將上述光電信號發送至上述控制裝置；

上述控制裝置發出以通過上述基準構造體之方式變更上述第一光之上述照射位置之指令，並基於上述光電信號之變化，以上述荷電粒子束之照射位置與上述第一光之上述照射位置一致之方式，調整上述可動機構。

【請求項22】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中上述第一光構成自與上述荷電粒子束不同之方向照射至上述試料。

【請求項23】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中上述第一光之上述照射位置可二維調整。

【請求項24】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中上述粒子束檢出器具有檢出光之功能。

【請求項25】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其進而具備：

高度感測器，其測量上述試料之高度；

上述調整用試料具有不同高度之部分；且

藉由上述可動機構之上述調整，校正上述試料之上述高度下之上述第一光之上述照射位置。

【請求項26】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中以由上述光檢出器檢出到之上述第二光之強度最大之方式，進行上述可動機構之上述調整。

【請求項27】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中

上述第二光包含反射光及二次光；且

使用源自上述反射光及上述二次光之電信號，進行上述可動機構之上述調整。

【請求項28】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中上述控制裝置以上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之上述邊界線之方式，使其移動。

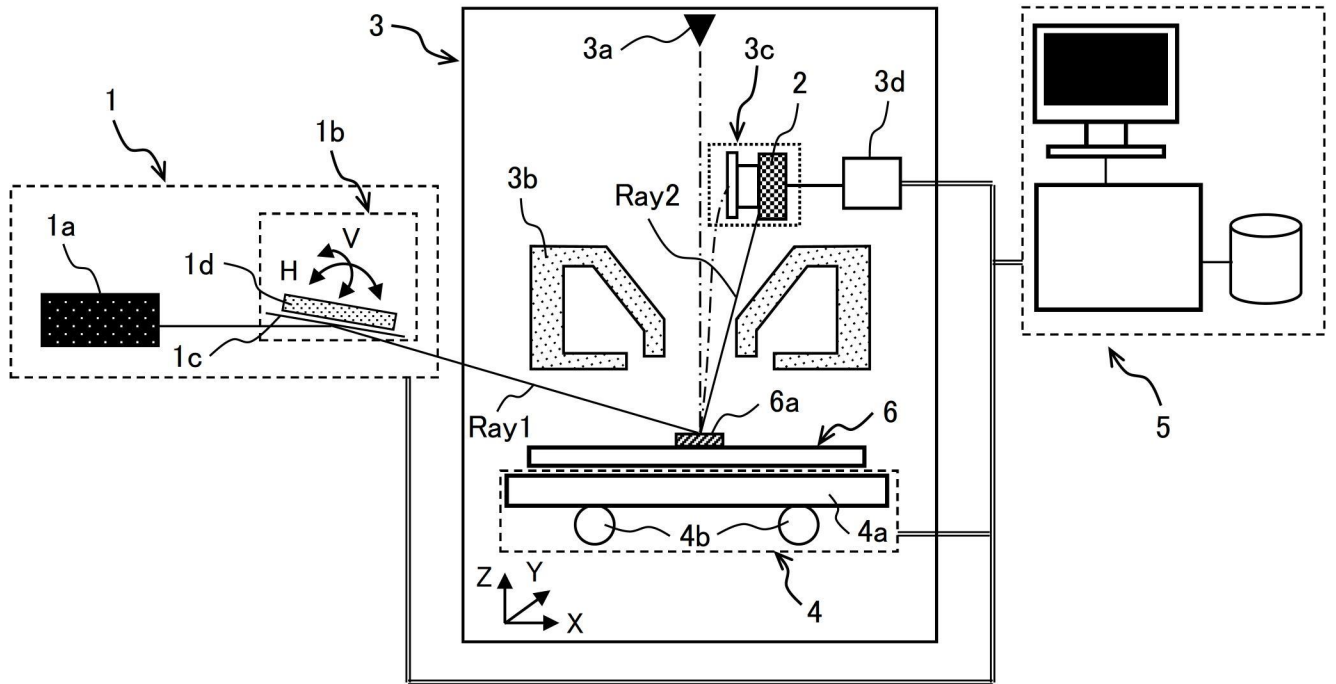
【請求項29】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中於將上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之上述邊界線時之信號量之最大值設為M，將上述信號量之最小值設為m時，上述控制裝置將上述可動機構調整為上述信號量成為 $(M+m)/2$ 之位置。

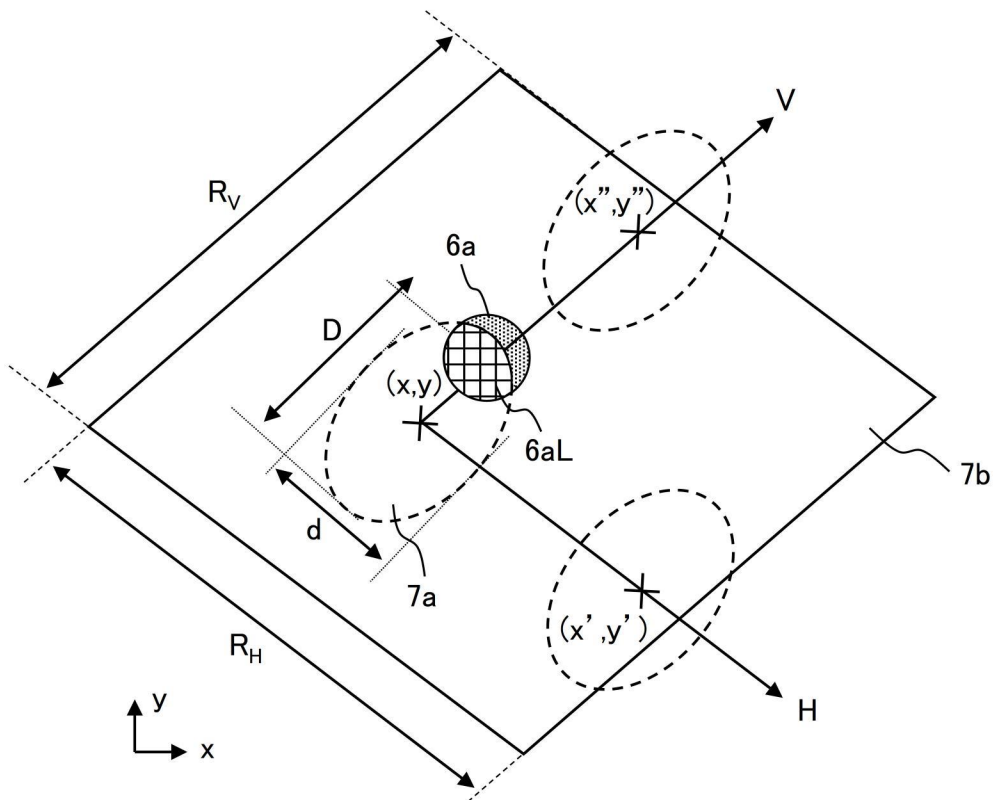
【請求項30】

如請求項21之荷電粒子束裝置，其中上述控制裝置將上述可動機構調整為上述第一光之上述照射位置通過上述基準構造體之上述邊界線時之信號量之變化率成為最大的位置。

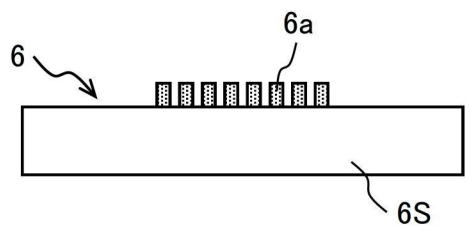
【發明圖式】



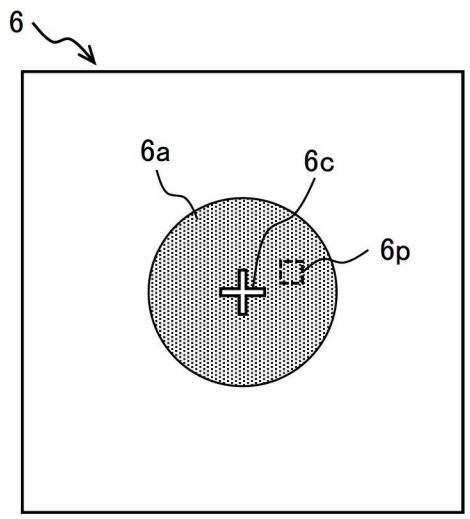
【圖1】



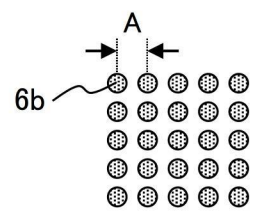
【圖2】



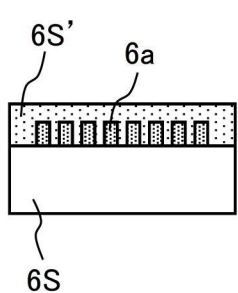
【圖3A】



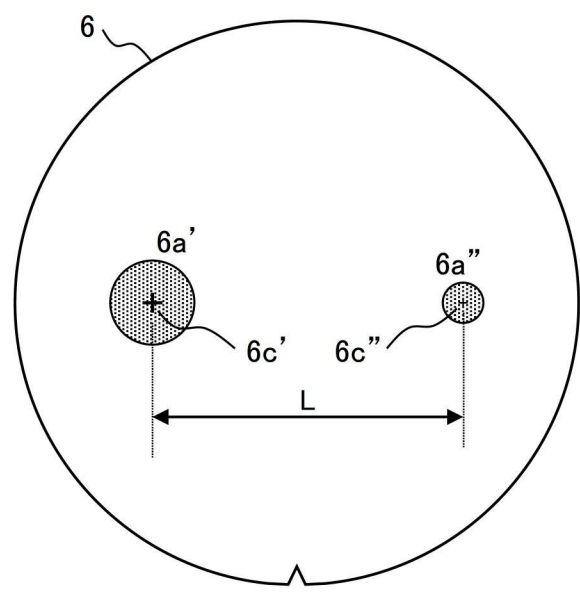
【圖3B】



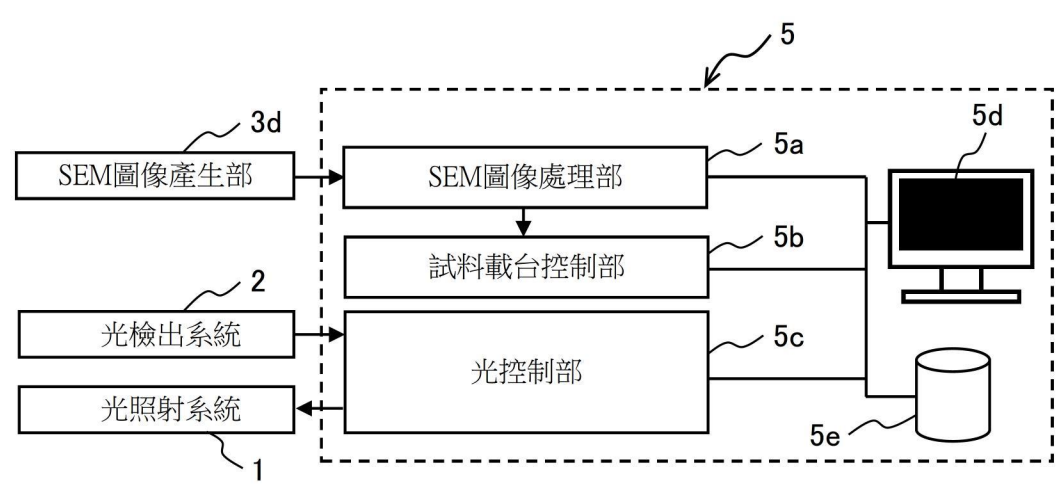
【圖3C】



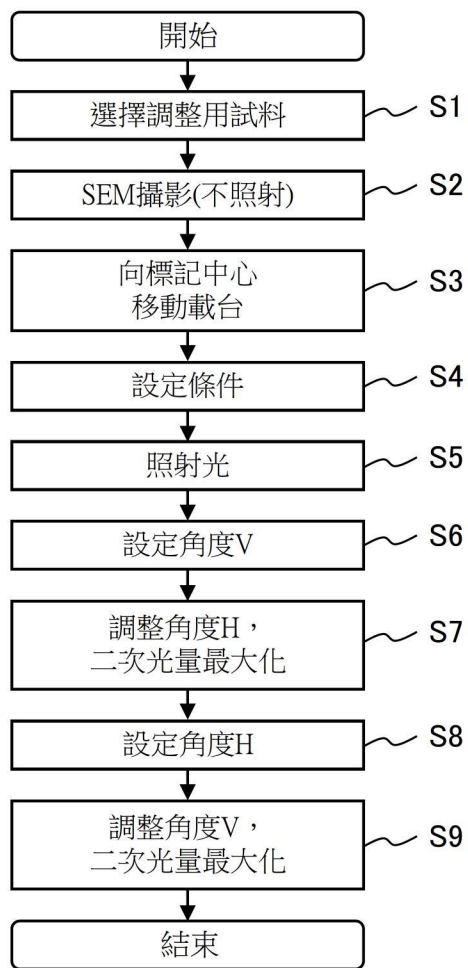
【圖3D】



【圖4】



【圖5】



【圖6】

光路對準設定

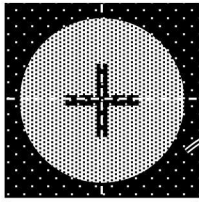
選擇試料

試料: 繞射光柵

圖案: 表面粗糙度 100 μm

選擇

對準標記



自動

SEM設定

Mag: 5k

X: 1.23

Y: 4.56

應用

雷射設定

輸出功率 (mW): 1.23

設定

檢出器

檢出器 1

檢出器 2

檢出器 3

反射鏡掃描範圍

| | 開始 | 結束 |
|---|------|------|
| H | 0.00 | 0.02 |
| V | 0.01 | 0.03 |

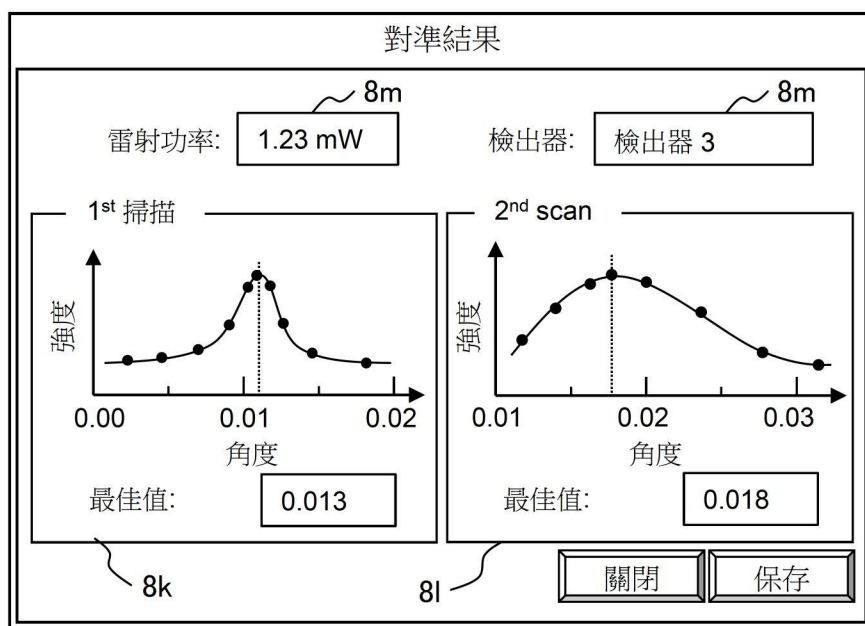
掃描指令

軸: 1st H, 2nd V

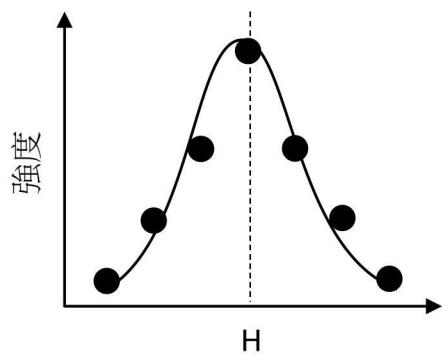
位置: V=中央值, H=最佳值

取消 開始

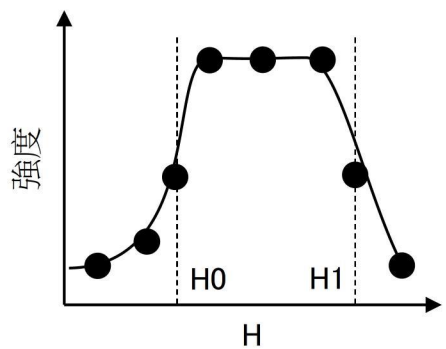
【圖7A】



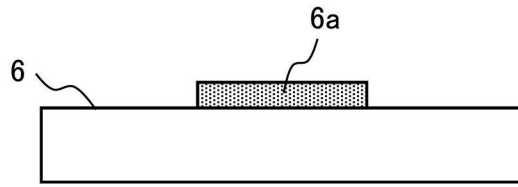
【圖7B】



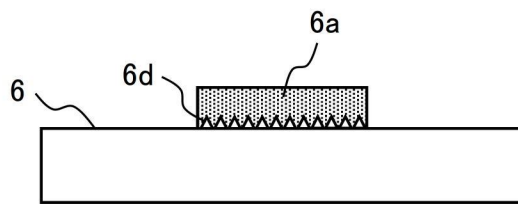
【圖8A】



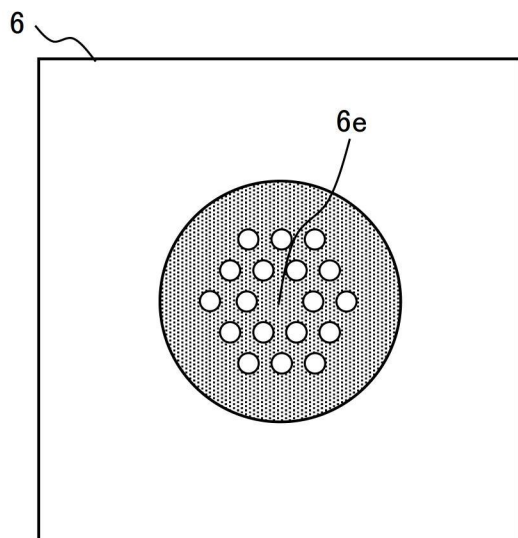
【圖8B】



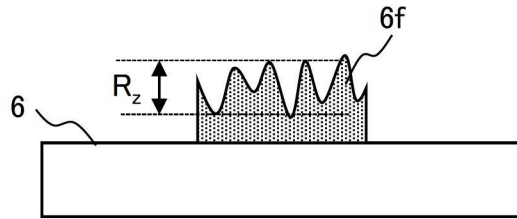
【圖9A】



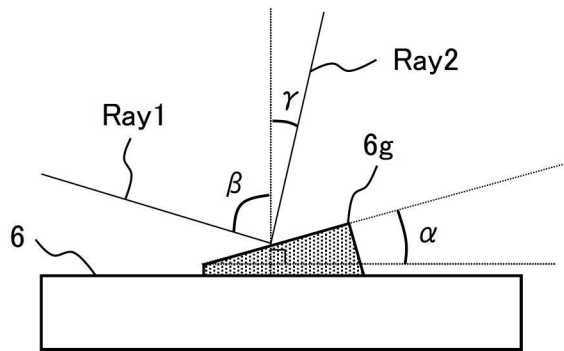
【圖9B】



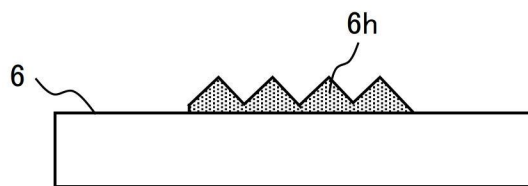
【圖9C】



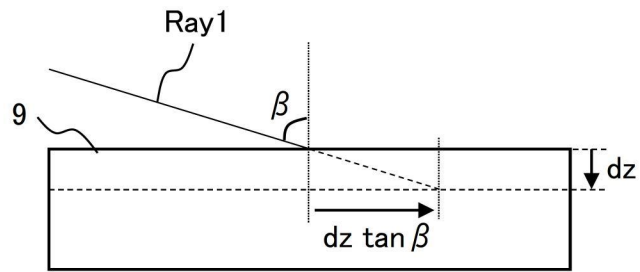
【圖10】



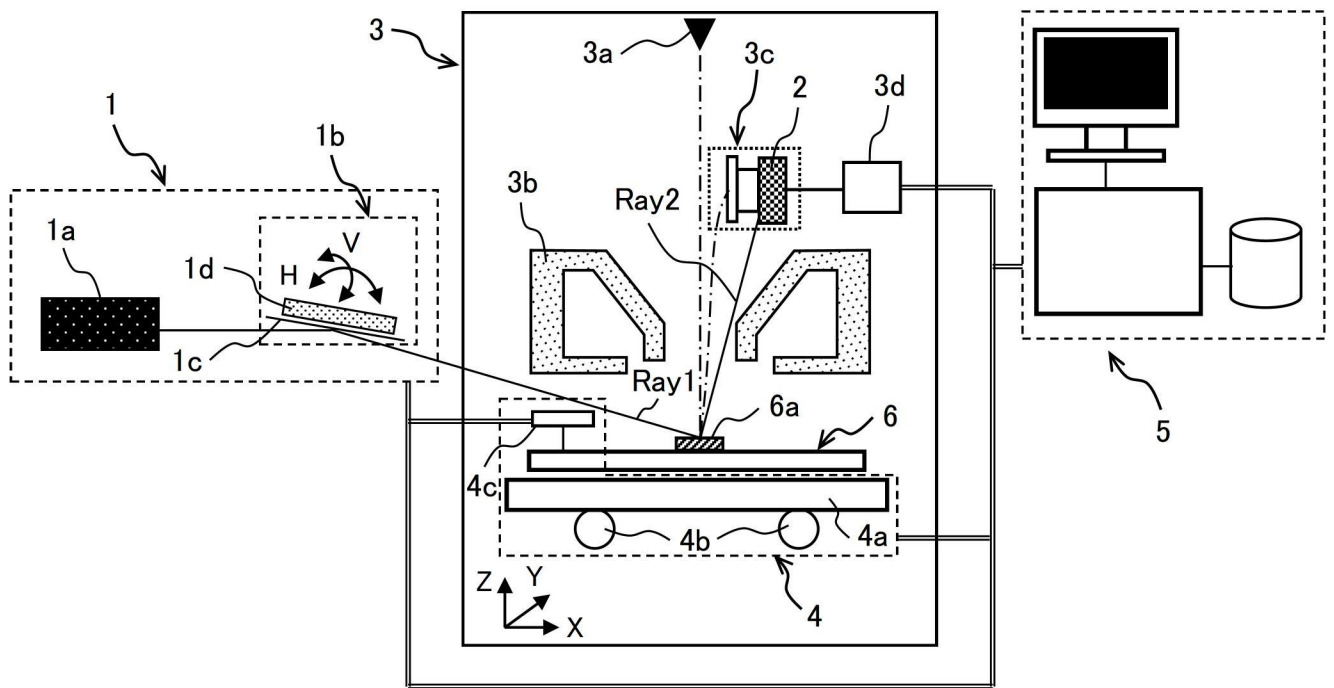
【圖11A】



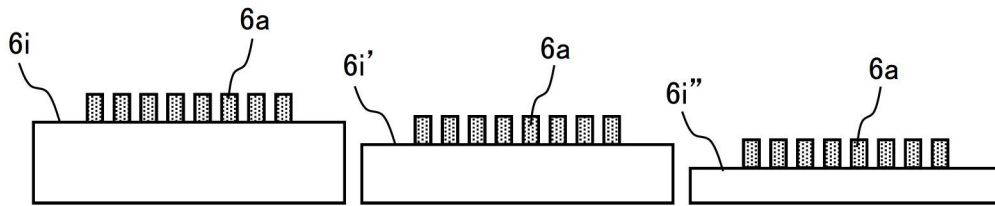
【圖11B】



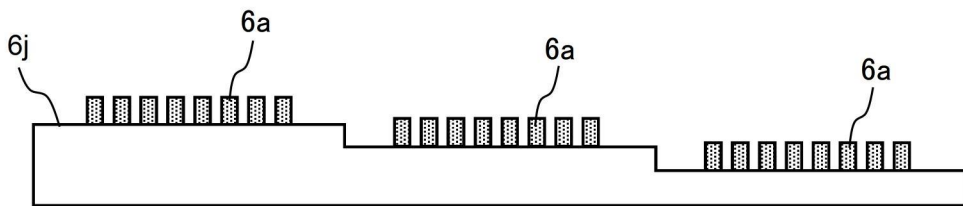
【圖12】



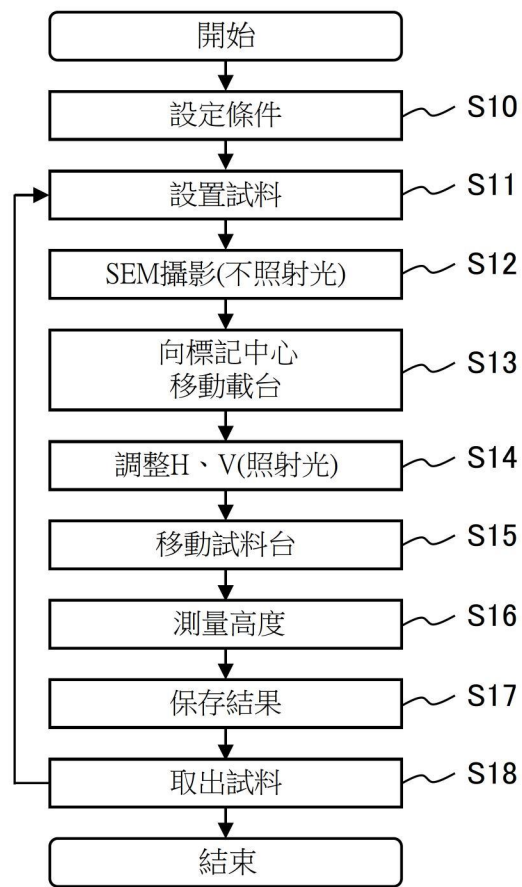
【圖13】



【圖14A】



【圖14B】



【圖15】

反射鏡校正設定

SEM設定

Mag. 8b

檢出器

檢出器 1

檢出器 2

檢出器 3

雷射設定

輸出功率 (mW)

8e

反射鏡掃描範圍

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | 開始 | 結束 |
| H | <input type="text" value="0.00"/> | <input type="text" value="0.02"/> |
| V | <input type="text" value="0.01"/> | <input type="text" value="0.03"/> |

8g

掃描指令

8h 軸 位置. 8i

1st H

2nd V 8j

【圖16A】

校正結果

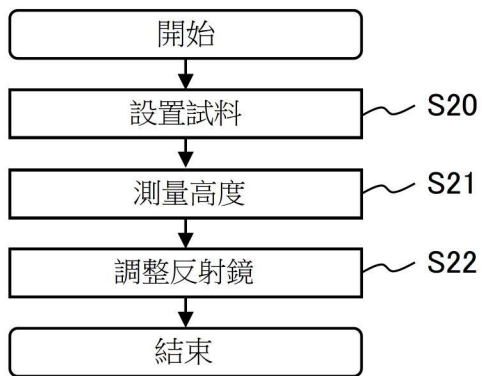
雷射功率: 8m

檢出器: 8m

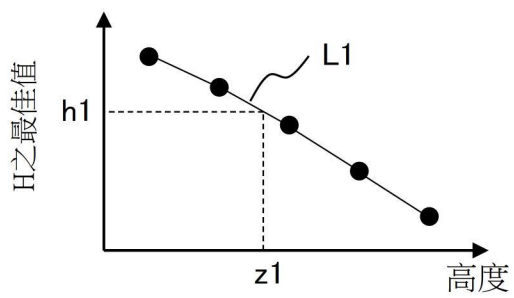
| Height | H | V |
|--------|-------|-------|
| 100 | 0.05 | 0.010 |
| 200 | 0.00 | 0.015 |
| 300 | -0.05 | 0.020 |
| 400 | -0.10 | 0.025 |
| 500 | -0.15 | 0.030 |
| | | |

8n

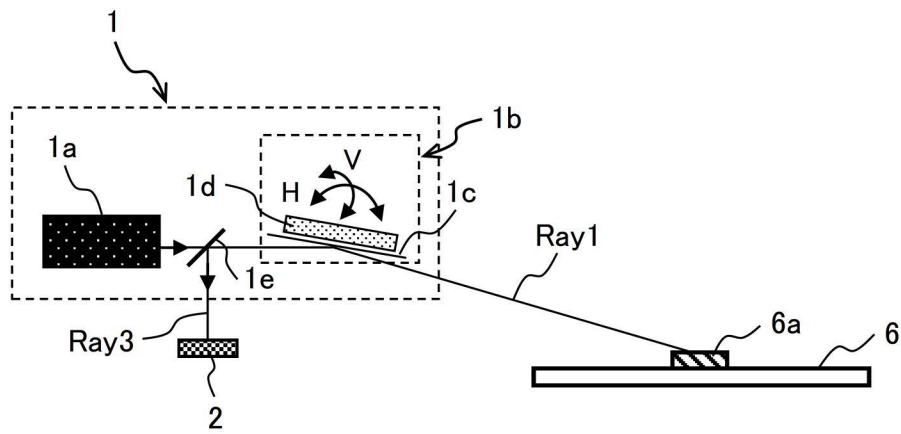
【圖16B】



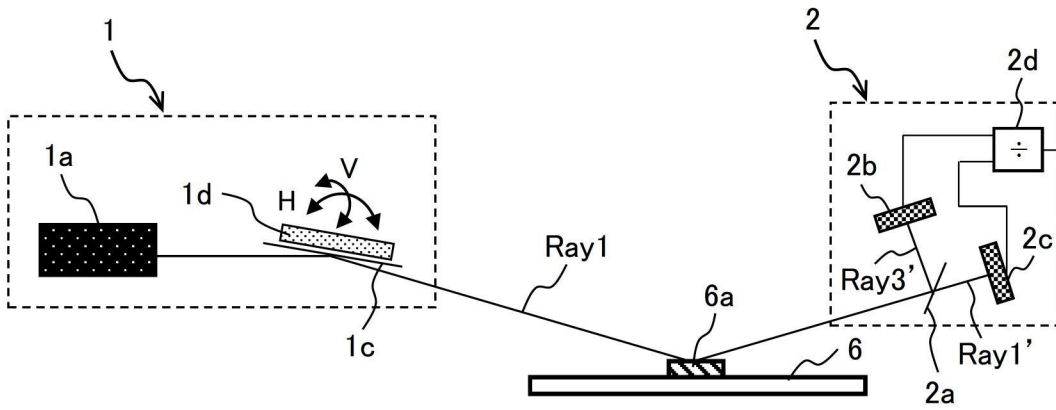
【圖17】



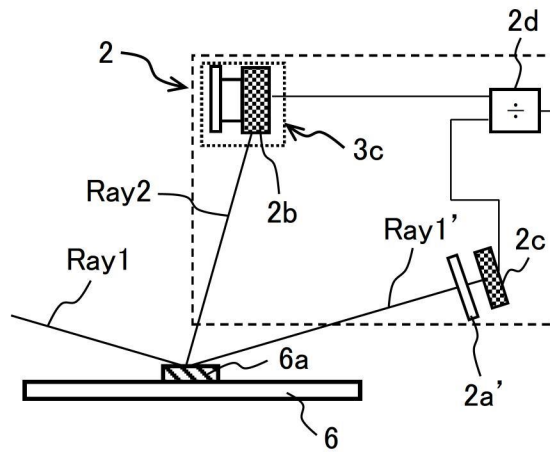
【圖18】



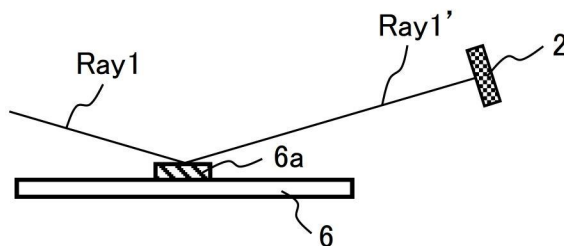
【圖19】



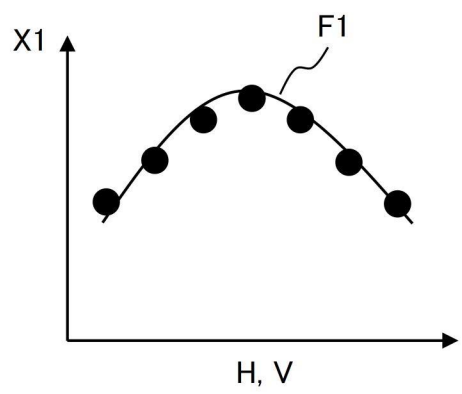
【圖20A】



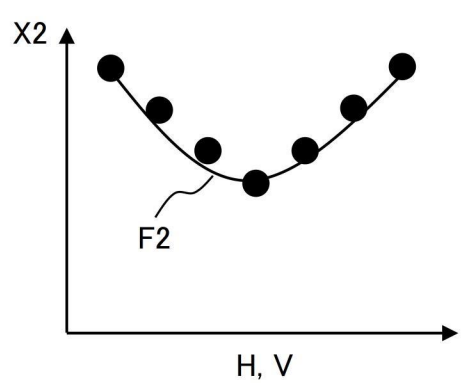
【圖20B】



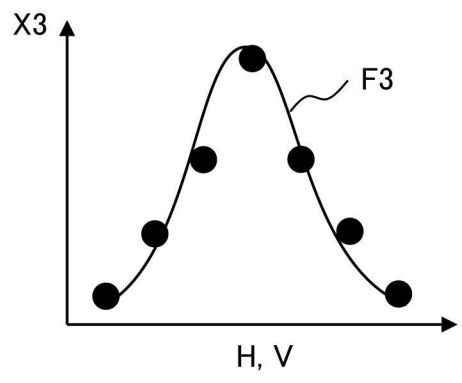
【圖20C】



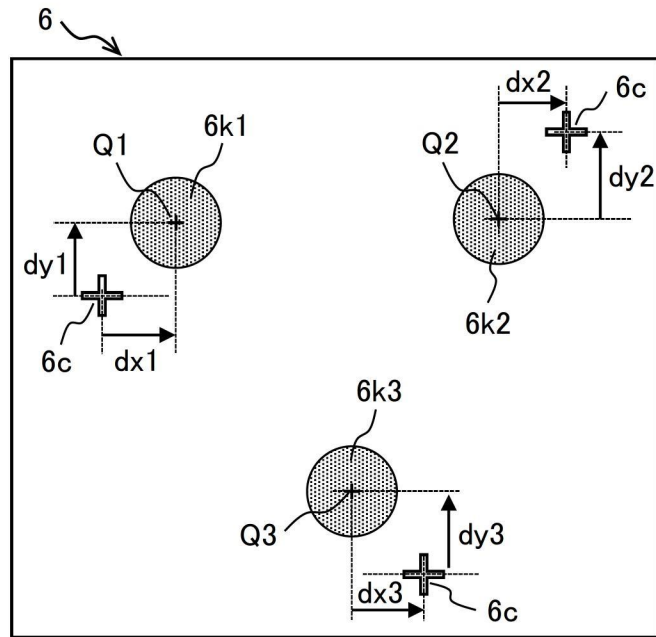
【圖21A】



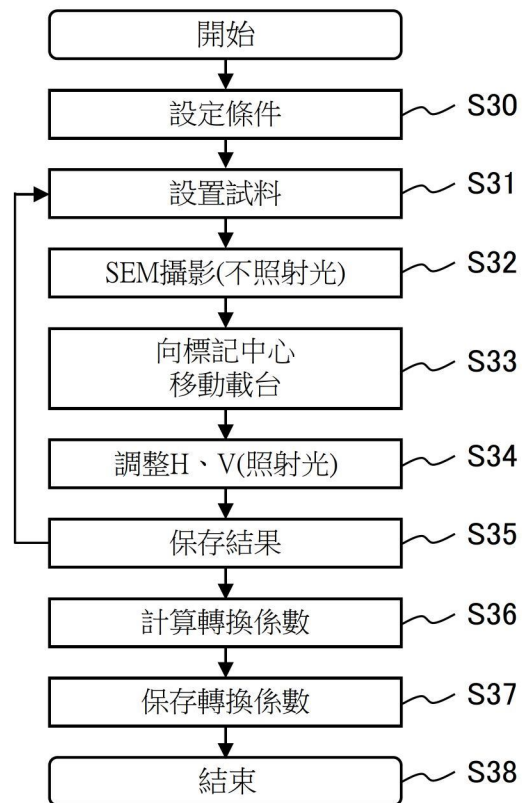
【圖21B】



【圖21C】



【圖22】



【圖23】

校正結果

雷射功率: 8m 檢出器: 8m

| dx | dy | H | V |
|------|------|------|------|
| 100 | 100 | 0.12 | 0.34 |
| -100 | -100 | 0.56 | 0.78 |
| -100 | 100 | 0.90 | 0.12 |

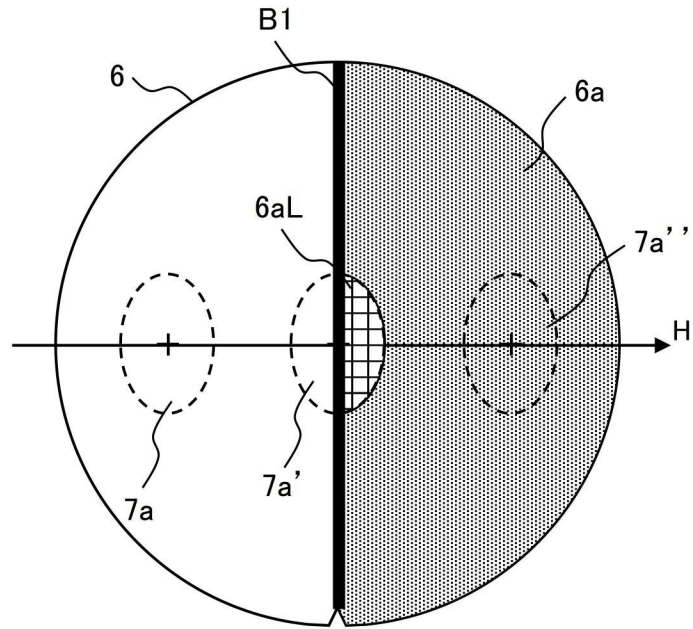
8n'

係數

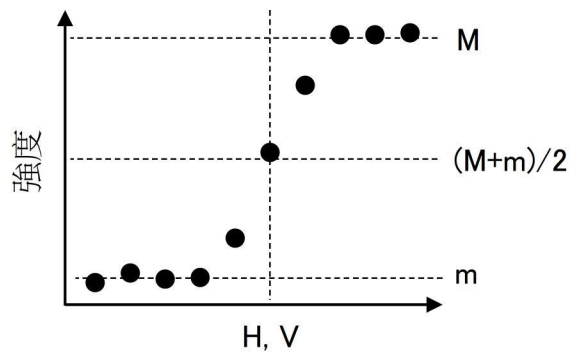
| | | | | | |
|-----|----------------------------------|-----|----------------------------------|----|----------------------------------|
| AHX | <input type="text" value="0.1"/> | AHY | <input type="text" value="0.2"/> | H0 | <input type="text" value="0.3"/> |
| AVX | <input type="text" value="0.4"/> | AVY | <input type="text" value="0.5"/> | V0 | <input type="text" value="0.6"/> |

8p

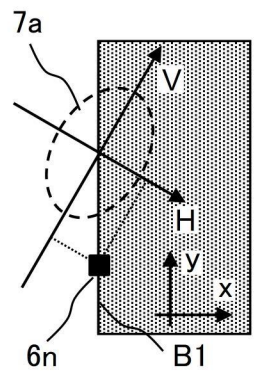
【圖24】



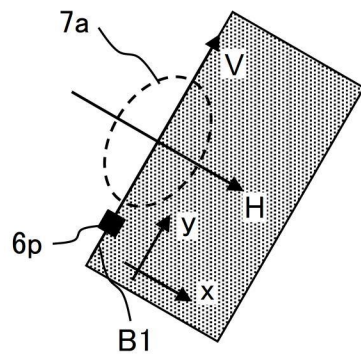
【圖25】



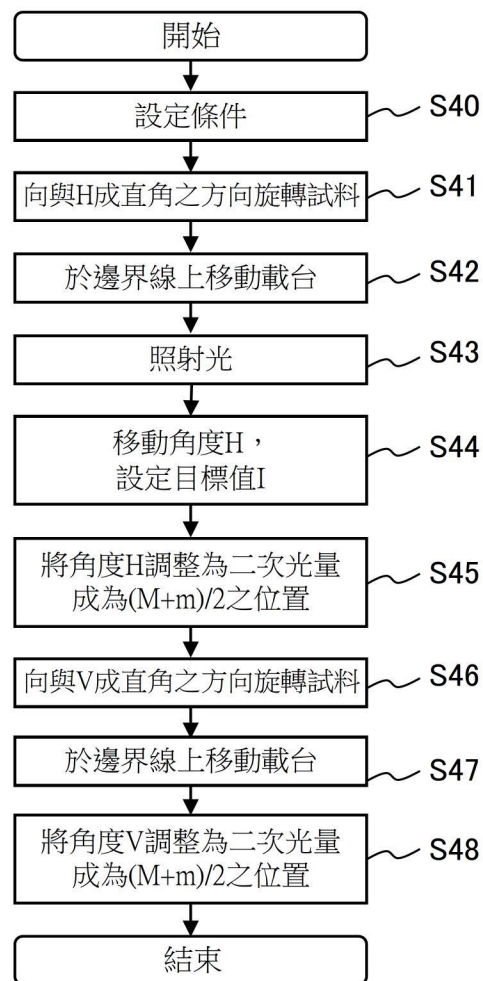
【圖26】



【圖27A】



【圖27B】



【圖28】

光路對準設定

雷射設定

輸出功率 (mW)

1.23

設置

檢出器

檢出器 1

檢出器 2

檢出器 3

反射鏡掃描範圍

| | 開始 | 結束 | |
|---|----|----|--|
| H | -1 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 自動 |
| V | -1 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 自動 |

掃描指令

軸

1st H

2nd V

邊界掃描設定

角度

H deg

V deg

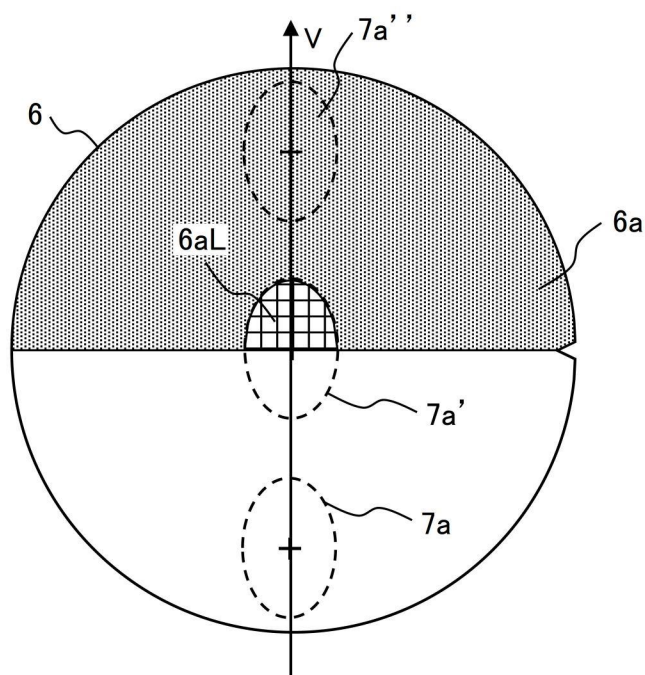
差量 %

最大反復次數

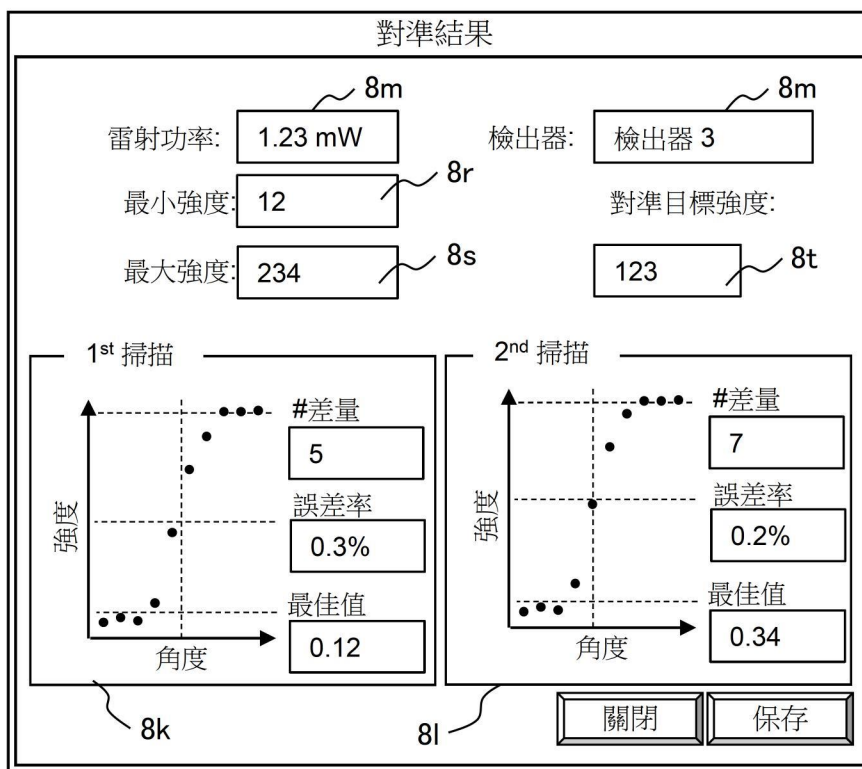
取消

開始

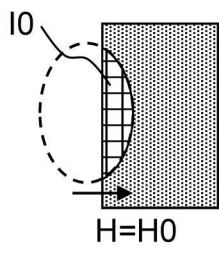
【圖29】



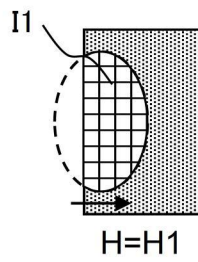
【圖30】



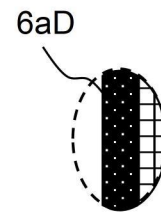
【圖31】



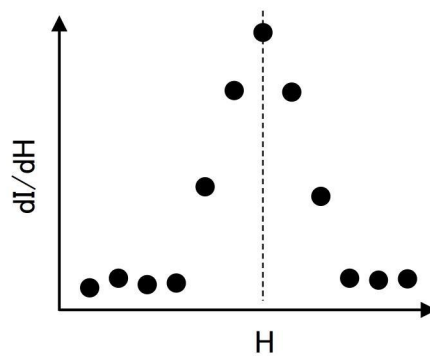
【圖32A】



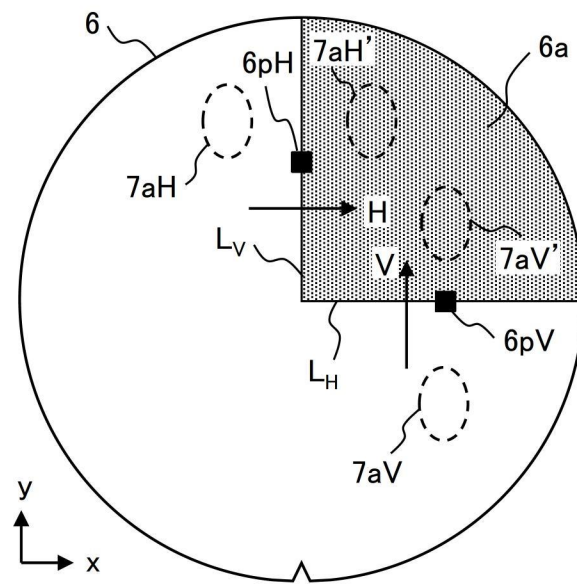
【圖32B】



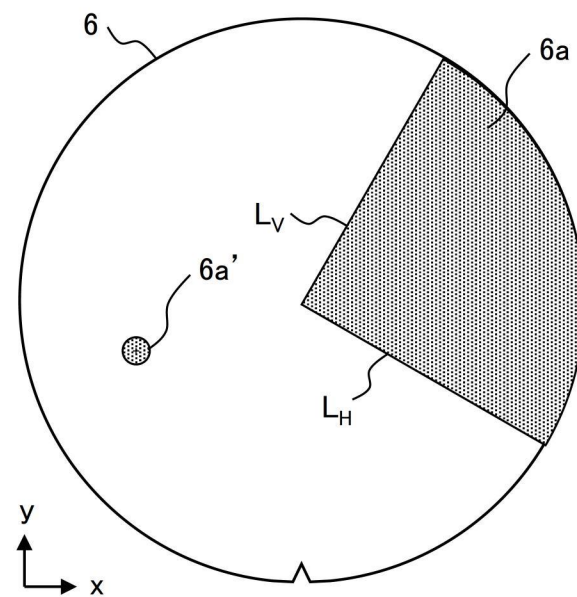
【圖32C】



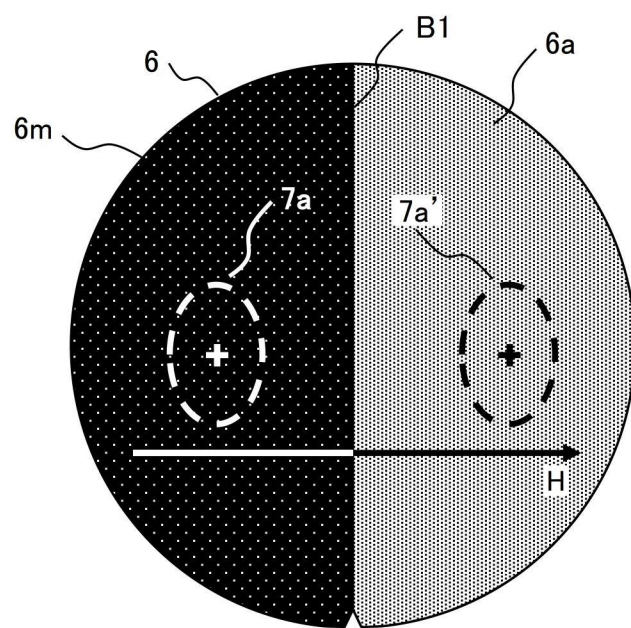
【圖33】



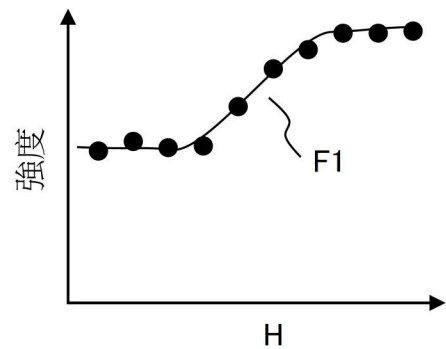
【圖34A】



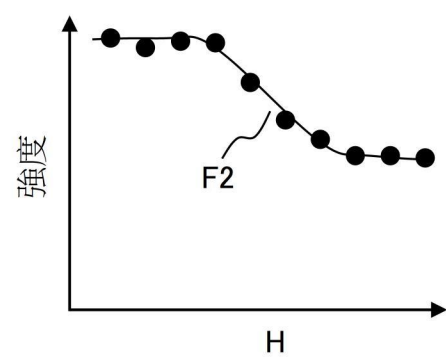
【圖34B】



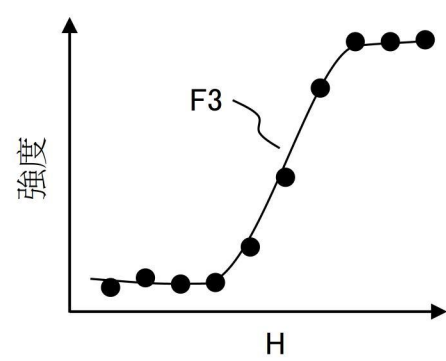
【圖35】



【圖36A】



【圖36B】



【圖36C】