



(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 I536869 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：101127771

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H05G2/00 (2006.01)**

(30)優先權：2011/08/19 美國 61/525,561

2011/09/30 美國 13/249,504

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：葛拉漢 馬修 GRAHAM, MATTHEW (US)；陳 史蒂芬 CHANG, STEVEN

(US)；克羅奇 吉姆 CROUCH, JIM (US)；佛蒙柯維 伊格爾 FOMENKOV, IGOR

(US)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 200742502A

TW 201117675A

US 7633070B2

US 2010/0258750A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：8 共 40 頁

(54)名稱

用於調整一位置的方法與裝置及計量系統

METHOD AND APPARATUS OF ADJUSTING A POSITION AND METROLOGY SYSTEM

(57)摘要

一種裝置包含一驅動雷射系統可造成一強化的脈衝光束其會沿一驅動軸線運行；一光束輸送系統會將該強化的脈衝光束導向一標靶區；一標靶材料輸送系統會提供一含有一標靶材料的標靶混合物於該標靶區中；二或更多個感測器徑向地分離於一主軸線其會通過該標靶區，該二或更多個感測器係構製成可檢測當該強化的脈衝光束交會該標靶混合物時由該標靶材料之一電漿狀態發出的紫外線電磁輻射之能量；及一控制器會接收來自該二或更多個感測器的輸出。該控制器係構製成可依據所檢測的能量之一分析來評估該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線間之一相對徑向對準。

An apparatus includes a drive laser system producing an amplified light beam of pulses that travels along a drive axis; a beam delivery system that directs the amplified light beam of pulses toward a target region; a target material delivery system that provides a target mixture containing a target material in the target region; two or more sensors radially separated from a main axis that crosses the target region, the two or more sensors being configured to detect energy of ultraviolet electromagnetic radiation emitted from a plasma state of the target material when the amplified light beam of pulses intersects the target mixture; and a controller that receives the output from the two or more sensors. The controller is configured to estimate a relative radial alignment between the target mixture and the drive axis within the target region based on an analysis of the detected energy.

指定代表圖：



270~274 · · · 能量感測器

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101127771

※申請日：101年8月1日

※IPC分類：H05G 2/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於調整一位置的方法與裝置及計量系統

METHOD AND APPARATUS OF ADJUSTING A POSITION AND
METROLOGY SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種裝置包含一驅動雷射系統可造成一強化的脈衝光束其會沿一驅動軸線運行；一光束輸送系統會將該強化的脈衝光束導向一標靶區；一標靶材料輸送系統會提供一含有一標靶材料的標靶混合物於該標靶區中；二或更多個感測器徑向地分離於一主軸線其會通過該標靶區，該二或更多個感測器係構製成可檢測當該強化的脈衝光束交會該標靶混合物時由該標靶材料之一電漿狀態發出的紫外線電磁輻射之能量；及一控制器會接收來自該二或更多個感測器的輸出。該控制器係構製成可依據所檢測的能量之一分析來評估該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線間之一相對徑向對準。

三、英文發明摘要：

An apparatus includes a drive laser system producing an amplified light beam of pulses that travels along a drive axis; a beam delivery system that directs the amplified light beam of pulses toward a target region; a target material delivery system that provides a target mixture containing a target material in the target region; two or more sensors radially separated from a main axis that crosses the target region, the two or more sensors being configured to detect energy of ultraviolet electromagnetic radiation emitted from a plasma state of the target material when the amplified light beam of pulses intersects the target mixture; and a controller that receives the output from the two or more sensors. The controller is configured to estimate a relative radial alignment between the target mixture and the drive axis within the target region based on an analysis of the detected energy.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

120...光束傳輸系統	212...驅動軸線
122...聚焦總成	214...標靶混合物
124...取樣裝置	223...曲面鏡
126...標靶材料輸送控制系統	227...標靶材料供應裝置
155...主控制器	235...收集鏡
205...標靶區	240...孔隙
210...強化光束	270~274...能量感測器
211...主軸線	

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關申請案

本案要請求2011年8月19日申請之No. 61/525,561美國臨時專利申請案的優先權，其名稱為“用於光束對準的能量感測器”；亦要請求2011年9月30日申請之No. 13/249,504美國新型專利申請案的優先權，其名稱為“用於光束對準的能量感測器”，該兩案的內容併此附送。

發明領域

所揭露的主題內容係有關一種用以將一來自一驅動雷射系統的加強光束相對於一在一極紫外線光源內之一標靶區處的標靶材料對準的裝置。

【先前技術】

發明背景

極紫外線(“EUV”)光是具有大約50nm或更小波長的電磁輻射，且有時稱為軟x光。EUV光可被用於微影術製程來在例如矽晶圓等基材中製造極小的特徵細構。用以造成EUV光的方法包括，但不一定限於，將一材料轉變成一電漿狀態，其具有一元素，例如氫、鋰或錫，會有一放射線在EUV的範圍內。在一此種方法中，通常稱為雷射造成的電漿(“LPP”)，所需的電漿能藉以一強化光束，其可被稱為一驅動雷射，來照射一例如呈一材料滴、流或串之形式的標靶材料而被製成。就此製法而言，該電漿典型係被製成於一密封容器中，例如一真空腔室內，並使用各種不同的

計量設備來監測。

【發明內容】

發明概要

在某些概括態樣中，一強化脈衝光束的位置會相對於一標靶混合物之一標靶材料來被調整，乃將該強化脈衝光束沿一驅動軸線導向一標靶區，其中設有該標靶混合物而使該標靶混合物內的至少一部份標靶材料會轉變成一電漿狀態其會發出紫外線電磁輻射；檢測在徑向分離於一通過該標靶區的主軸線之二或更多個位置處所發出的電磁輻射能量；分析被檢測的能量；依據所分析的被檢測能量來評估該標靶混合物與該標靶區內之強化光束的驅動軸線之間的相對徑向對準；及調整該強化光束相對於該標靶區中的標靶混合物之一徑向對準，而來調整該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線之間的相對徑向距離。

實施例可包含一或更多個以下特徵。例如，所發出的紫外線電磁輻射之能量可藉測量極紫外線電磁輻射的能量來被檢測。所發出的紫外線電磁輻射之能量可藉測量深紫外線電磁輻射的能量來被檢測。所發出的紫外線電磁輻射可為極紫外線(EUV)電磁輻射。

該標靶混合物與該驅動軸線的相對徑向對準可藉評估該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線間之一徑向對準來被評估。

該強化光束的徑向對準可相對於該標靶混合物來被調整，乃藉調整一或多個光學元件之一位置及一角度的一或

多者，該等光學元件會朝向該標靶區內的標靶混合物來操縱並移動該強化光束。該會操縱並移動該強化光束的一或多個光學元件之位置和角度的一或多者，乃可藉調整一會將該強化光束重導向該標靶區的曲面鏡之位置和角度的一或多者來被調整。

在徑向分離於該主軸線之二或更多個位置所發出的電磁輻射之能量，可藉測量在徑向分離於該主軸線之四個位置處所發出的電磁輻射之能量來被檢測。

該方法亦包含攝取一由該標靶混合物反射回向一會供應該強化光束之驅動雷射系統的雷射束之一光學影像。該標靶區內之標靶混合物與該強化光束之驅動軸線間的相對徑向對準可至少部份地藉分析所攝取的影像來被評估。

在二或更多個位置所發出的電磁輻射之能量可藉以一與該強化光束之脈衝重複率同等的速率測量該能量來被檢測。

該強化光束的徑向對準可被相對於該標靶區內的標靶混合物來調整，而減少該標靶區內之標靶混合物與驅動軸線之間的相對徑向距離。

所檢測的能量可被如下地分析，乃藉判定一在第一組的一或多個位置所測得之一第一組能量的第一總能量與一在第二組的一或多個位置所測得之一第二組能量的第二總能量間之一差值，該第一組的一或多個位置係不同於該第二組的一或多個位置。該第一總能量可為一在該第一組的一或多個位置所測得之能量總和，且該第二總能量可為一

在該第二組的一或多個位置所測得之能量總和。

被檢測的能量可藉以一在所有該二或更多個位置被測得的全部能量之一總能量來正常化該差值而被分析。

該相對徑向對準可藉評估該標靶區內之標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之一沿一垂直於該主軸線的第一方向所測得之一徑向距離來被評估。該相對徑向對準可藉評估該標靶區內之標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之一沿一垂直於該第一方向和該主軸線的第二方向所測得之一徑向距離來被評估。

在另一概括態樣中，一裝置包含一驅動雷射系統可造成一強化脈衝光束其會沿一驅動軸線運行；一光束輸送系統會將該強化脈衝光束導向一標靶區；一標靶材料輸送系統會在該標靶區中提供一標靶混合物含有一標靶材料；二或更多個感測器徑向地分離於一通過該標靶區的主軸線，該二或更多個感測器係構製成可檢測當該強化脈衝光束交會該標靶混合物時由該標靶材料之一電漿狀態所發出的紫外線電磁輻射之能量；及一控制器會接收來自該二或更多個感測器的輸出，係構製成可分析所檢測的能量，並依據該分析來評估該標靶區內之標靶混合物與驅動軸線間之一相對徑向對準，且能輸出一訊號至該光束輸送系統來調整該強化光束相對於該標靶區中的標靶混合物之一徑向對準，以調整該標靶區內的標靶混合物與驅動軸線之間的相對徑向距離。

實施例可包含一或多個以下特徵。例如，該驅動雷射

系統可包含一或多個光學放大器各含有一增益媒體能夠以一高增益來光學地強化一所需波長，及一激發源，和內部光件等。該增益媒體可包含CO₂。

該光束輸送系統可包含一聚焦光學元件會將該強化光束聚焦於該標靶區。該標靶材料輸送系統可包含一噴嘴會在該標靶區中提供該標靶混合物的流體細滴。

該裝置亦可包含一輻射收集器，其會捕捉並重導至少一部份當該強化脈衝光束交會該標靶混合物時由該標靶材料之電漿狀態所發出的紫外線電磁輻射。

所發出的紫外線電磁輻射可包括極紫外線電磁輻射。

該二或更多個感測器可包括至少四個感測器，它們係徑向地分離於該主軸線。故，該四個感測器可環繞該主軸線被成角度地定位。

該二或更多個感測器的至少一個可為以一距離徑向地分離於該主軸線，該距離係不同於一徑向地分開至少一個其它感測器的距離。全部的該二或更多個感測器可為以相同的距離徑向地分離於該主軸線；故它們可為離該主軸線等距的。

該裝置可包含一顯像裝置構製成能攝取一由該標靶混合物反射回向該驅動雷射系統的雷射束之一光學影像。該控制器亦可接收來自該顯像裝置的輸送，並可被構製成亦能依據所接收之來自該顯像裝置的輸出來評估該相對徑向對準。

該二或更多個感測器的取樣速率可等同於該驅動雷射

系統之一脈衝重複率。

在另一概括態樣中，一計量系統包含二或更多個感測器徑向地分離於一主軸線其會通過一標靶區，該二或更多個感測器係構製成可檢測當一強化脈衝光束交會一標靶混合物時由該標靶混合物之一標靶材料的電漿狀態發出的紫外線電磁輻射之能量；及一控制器會接收來自該二或更多個感測器的輸出。該控制器係構製成可分析被檢測的能量，並依據該分析來評估該標靶區內的標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之一相對徑向對準，且能輸出一訊號至一光束輸送系統來調整該標靶區中的強化光束相對於該標靶混合物之一徑向對準，以調整該標靶區內之標靶混合物與該驅動軸線間的相對徑向距離。

實施例可包括一或更多個以下的特徵。例如，該二或更多個感測器可包含四個感測器係徑向地分離於該主軸線。

該二或更多個感測器的至少一個可為以一距離徑向地分離於該主軸線，該距離係不同於一徑向地分開至少一個其它感測器的距離。

該計量系統可包含一顯像裝置構製成能攝取一由該標靶混合物反射回向一會造成該強化光束的驅動雷射系統之雷射束的光學影像。該控制器亦會接收來自該顯像裝置的輸出，並構製成亦可依據所接收之來自該顯像裝置的輸出來評估該相對徑向對準。

圖式簡單說明

第1圖為一雷射造成電漿(LPP)極紫外線(EUV)光源之

一方塊圖；

第2圖為一立體圖示出第1圖的光源之一舉例的標靶區，一收集鏡，能量檢測器，及一標靶材料供應裝置；

第3圖為第1圖的光源之一計量系統的方塊圖；

第4圖為一由第3圖的計量系統執行的程序之一流程圖；

第5A～C圖為第2圖之一舉例的收集鏡，標靶區，能量感測器和標靶材料供應裝置沿一通過該收集鏡的強化光束之一驅動軸線所採的各視圖；

第6圖為沿第1和2圖之光源的y方向所採之在一光束輸送系統中成為一元件的位置之一函數的總能量 E_{tot} 之一舉例圖表；

第7圖為沿第1和2圖之光源的y方向所採之在該光束輸送系統中成為該元件位置之一函數的該強化光束之一驅動軸線與一標靶區間之一相對徑向對準Ray的舉例圖表；及

第8圖為沿一會通過該收集鏡的強化光束之一驅動軸線所採的第2圖之一舉例的收集鏡，標靶區，能量感測器和標靶材料供應裝置之一視圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

請參閱第1圖，一LPP EUV光源100係藉以一強化光束110照射一在一標靶區105處的標靶混合物114來形成，該光束110會沿一驅動軸線朝向該標靶混合物114運行。該強化光束110的驅動軸線可被視為該光束110的近似中心，或該光束110運行的大致方向，因為該光束110可為不規則形狀

及/或不對稱的。該強化光束110的驅動軸線可被視為該光束110的光軸。

該標靶區105，其亦被稱為照射位置，係在一真空腔室130之一內部107中。當該強化光束110射到該標靶混合物時，該標靶混合物114中之一標靶材料會轉變成一電漿狀態，其具有一元素會有一放射線在該EUV範圍內。因此在該電漿狀態的標靶混合物114會發出EUV輻射，且該EUV輻射會被一收集鏡135操縱，其可被構製成能將所發出的EUV輻射重導向一中間位置145，亦稱為一中間焦點。

所造成的電漿具有某些特性，係取決於該標靶混合物114中的標靶材料之成分。此等特性可包括該電漿所造成的EUV輻射之波長，及由該電漿釋出的殘屑種類和量。

該光源100包含二或更多個感測器170徑向地分離於一主軸線111，其係與該頁面的z方向平行。該主軸線111會通過該標靶區105並大致沿一方向延伸，該方向會由一收集鏡135之一孔隙140朝向該標靶區105延伸。該徑向係為在該標靶區105的區域中沿著垂直於該主軸線111的平面。故，該徑向會沿著該x和y軸所界定的平面延伸，且該二或更多個感測器170係在此平面中，其在該標靶區105的區域內係垂直於該主軸線111。該等感測器170係被環繞該主軸線111設置，但它們可在離該主軸線111不同距離處，且它們不須要彼此等距地相隔開。

該等感測器170係構製成可測量當該強化光束110交會該標靶混合物114時由該標靶材料的電漿狀態所發出的

EUV輻射之能量。以此方式，該等感測器170係構製成可環繞該光束110的上下左右來取樣能量的差異，而來判定該光束110與該標靶區105之間的位置關係。

該光源100亦包含一主控制器155，其會接收一來自該等能量感測器170的輸出，並至少部份依據此接收的輸出來進行一分析，以判定該強化光束110的驅動軸線與該標靶混合物114之間的相對對準。

該光源100的其它特徵將會在進入有關該等能量感測器170和主控制器155的更多細節之前被描述於後。

該光源100包含一標靶材料輸送系統125會輸送、控制和導引該標靶混合物114，其係呈液滴、液流、固體粒子或串組，包含於液滴內的固體粒子或包含於一液流內的固體粒子等之形式。該標靶混合物114包含該標靶材料，例如水、錫、鋰、氫，或任何材料，其當轉變成一電漿狀態時，具有一放射線在該EUV範圍內。例如，該標靶材料可為錫，其可為純錫(Sn)；一種錫化合物如 SnBr_4 、 SnBr_2 或 SnH_4 ；一種錫合金比如一錫鎳合金，一錫鈮合金，一錫鈮鎳合金，或此等合金的任何組合。該標靶混合物114亦可包含雜質譬如非標靶粒子。故，在沒有雜質的情況下，該標靶混合物114係僅由該標靶材料所組成。該標靶混合物114會被該標靶材料輸送系統125輸送至該腔室130的內部107並送至該標靶區105。

該光源100包含一驅動雷射系統115，其會由於該雷射系統115的增益媒體內之一粒子數反轉而造成該強化光束

110。該光源100包含一光束輸送系統在該雷射系統115與標靶區105之間，以將該光束110由該雷射系統115導至該標靶區105。該光束傳輸系統120會接收來自該雷射系統115的強化光束110，且依需要操縱和調變該強化光束110，並輸出該強化光束110至該聚焦總成122。該聚焦總成122會接收該強化光束110，並將該光束110聚焦於該標靶區105。該聚焦總成122亦可操縱該光束110，或相對於該標靶區105調整該光束110之一位置。

在某些實施例中，該雷射系統115可包含一或多個光學放大器、雷射及/或燈用以提供一或更多主脈衝，且在某些情況下，可提供一或更多預脈衝。每一光學放大器包含一增益媒體能夠以一高增益來光學地增強所需波長，及一激發源，和內部光件等。該光學放大器可以有或沒有雷射鏡或其它反饋裝置其會形成一雷射腔穴。故，該雷射系統115即使沒有雷射腔穴亦會由於該雷射放大器的增益媒體中之粒子數反轉而造成一強化光束110。且，該雷射系統115能造成一強化光束110其為一同調雷射束，假使有一雷射腔穴能提供足夠的反饋給該雷射系統115。所謂“強化光束”包含以下的一或多者：來自該雷射系統115的光係僅被增強，但不必定為一同調雷射振盪，及來自該雷射系統115的光係被增強，且亦為一同調雷射振盪(而可被稱為一驅動雷射束)。

該雷射系統115中的光學放大器可包含一種作為一增益媒體的填充氣體，其包括CO₂並能以一大於或等於1000的增益來強化在約9100至11000nm間之波長的光，且特別是

在大約10600nm者。可供用於該雷射系統115之適當的放大器和雷射可包括一脈衝式雷射裝置，例如，一脈衝式氣體放電CO₂雷射裝置能造成在大約9300nm或大約10600nm的輻射，例如以DC或RF激發，以較高的功率例如10kW或更高，及高脈衝重複率例如50kHz或更高來操作。該雷射系統115中的光學放大器亦可包含一冷卻系統，譬如水，其可在該雷射系統115以較高功率操作時被使用。

該收集鏡135包含該孔隙140以容許該強化光束110通過並達到該標靶區105。該收集鏡135可例如為一橢圓體鏡，其具有一主焦點在該標靶區105及一次焦點在該中間位置145(亦稱為一中間焦點)，在該處該EUV光能被由該光源100輸出，並能被輸入例如一積體電路微影術工具(未示出)。

該主控制器155亦被連接於一雷射控制系統157和一光束控制系統158。因此該主控制器155能提供一雷射位置、方向和時間修正訊號給該雷射控制系統157和光束控制系統158的一或更多者。該雷射控制系統157能用該修正訊號來控制該雷射時點電路。該光束控制系統158能用該修正訊號來控制該光束傳輸系統120之一強化光束位置和成形，以改變該腔室130內之光束焦點的位置及/或焦點功率。

該光源100可包含一或多個標靶或細滴顯像器160，其會提供一輸出代表一細滴例如相對於該標靶區105的位置，並提供輸出給該主控制器155，其能例如計算一細滴位置和軌跡，而由此一細滴位置誤差將能被算出，不論是以逐滴或以平均的基準。

該標靶材料輸送系統125包含一標靶材料輸送控制系統126，其係可例如回應一來自該主控制器155的訊號而操作來調變該等細滴被一標靶材料供應裝置127釋放時的釋放點，以修正該等細滴達到所需標靶區105的誤差。

此外，該光源100可包含一或多個光檢測器165，其能被用來檢視由該標靶區105中的標靶混合物114反射的光。該一或多個光檢測器165可被設在該腔室130中(如第1圖所示)來檢測發自一分開的測試雷射(譬如一被導向該標靶區105的氦氖雷射)而從該標靶混合物114反射的光。在其它實施例中，該一或多個光檢測器165能被設成靠近該驅動雷射系統115來檢測該強化光束或一導引雷射束(發自該導引雷射175)其係由該標靶混合物114回反射者。

該光源100亦可包含一導引雷射175，其可被用來對準該光源100的不同區段，或協助操縱該強化光束110至該標靶區105。與該導引雷射175相連地，該光源100包含一取樣裝置124，其係被設於該聚焦總成122內來取樣發自該導引雷射175的光和該強化光束110的一部份。在其它實施例中，該取樣裝置124係被設在該光束傳輸系統120內。該取樣裝置124可包含一光學元件其會取樣或重導該光之一次組，此光學元件係由任何能承受該導引雷射束和該強化光束110之功率的材料製成。該取樣裝置124可包含一光學感測器，其會攝取被取樣的光之診斷部份的影像，且該光學感測器能輸出一影像訊號其可被該主控制器155用來供診斷，此一取樣裝置124之一例係可見於2011年6月16日公開

之美國公開案No. 2011/0141865中，其內容併此附送。

一計量系統係至少部份地由該等能量感測器170和該主控制器155所形成。該計量系統亦可包含該取樣裝置124，該等標靶顯像器160，及該一或多個光檢測器165。該主控制器155會分析來自該等能量感測器170的輸出(且亦能分析來自該等標靶顯像器160和光檢測器165的輸出)，並使用此資訊藉由該光束控制系統158來調整該聚焦總成122或該光束傳輸系統120內的構件，如後之進一步討論。

故，概要而言，該光源100會造成一強化光束110，其係沿該驅動軸線被導來照射在該標靶區105的標靶混合物，以將該混合物114中的標靶材料轉變成電漿，其會發出該EUV範圍內的光。該強化光束110會以一特定的波長(亦稱為一源波長)操作，其係依據該雷射系統115的設計和性質來決定者。此外，當該標靶材料會提供足夠的反饋回到該雷射系統115中來造成同調雷射光，或若該驅動雷射系統115包含適當的光反饋來形成一雷射腔穴時，該強化光束110可為一雷射束。

請參閱第2圖，在一實施例中，該光源100包含一標靶區205，一收集鏡235，數能量感測器270，及一標靶材料供應裝置227。於此實施例中，該等能量感測器270包含四個能量感測器271、272、273、274。該標靶材料供應裝置227能在該標靶區205中以一每秒超過10000個細滴的速率製造該標靶混合物214的細滴，且該等標靶混合物214的細滴能以大約20m/sec的速度移行。該等細滴的尺寸可為寬度大約

或大於約 $10\mu\text{m}$ 。該收集鏡235包含一孔隙240可容許一強化光束210由該雷射系統115穿過該收集鏡235並交會該標靶區205。

在此實施例中，該等能量感測器270係徑向地分離於該主軸線211(其係與該z方向平行)，且係繞該軸線成角度地排列。即是，該等能量感測器270可被設在一垂直於該主軸線211的平面中，並環繞該主軸線211成角度地設置。該各能量感測器270(詳言之即感測器271、272、273、274)可被置設在一離該主軸線211一徑向距離處，且一特定感測器(例如該感測器271)之該徑向距離可為不同於另一感測器(例如該等感測器272、273、274之任一者)離該主軸線之一徑向距離。各能量感測器270可為任何的感測器，其係能夠觀察並測量在紫外線區中的電磁輻射之能量。故，在某些實施例中，該等能量感測器270係為光電二極體，而在其它實施例中，該等能量感測器270係為光電倍增管。

在使用之前當EUV光製造時，該等能量感測器270會在該主軸線211上(即在該標靶區205)被以一已知的訊號校準來判定該等能量感測器270的相對靈敏度。該校準資訊會被儲存並在該分析時被該主控制器155使用。因為有校準，故該等能量感測器270不必離該主軸線211是徑向等距的。

該強化光束210會被導向該標靶區205來交會該標靶區205內的標靶材料214，且若該交會時間和重疊面積夠大，則該光源100能造成足夠的EUV輻射。例如，在某些實施例中，該強化光束210交會該標靶材料214之一細滴的時間可

為在1至10 μ s之間。通常，該強化光束210的驅動軸線212應要離該標靶區205在某一徑向距離內，才能在該標靶區205中造成有效量的EUV輻射。但，可以有一能接受的徑向距離範圍，而該驅動軸線212能被設於其中來造成該有效量的EUV輻射。該光源100可被構製成能將該強化光束210瞄向該標靶區205。雖然如此但終究，該驅動軸線212的對準係由該主控制器155來決定，會使該驅動軸線212的方向和角度造成至少一最小量的EUV輻射，且此對準可能不會與該主軸線211或該標靶區205之一中心一致。

請參閱第3圖，一計量系統300係被用來相對於該標靶區205對準該驅動軸線212以造成一有效量的EUV輻射。於此，該計量系統300包含該等能量感測器170(譬如能量感測器270等)，其輸出會被饋入該主控制器155之一對準控制模組305。該主控制器155，特別是該對準控制模組305會進行一程序，其會被參照第4圖說明於後，而藉發送一或數個訊號至該光束控制系統158來調整該光束傳輸系統120和聚焦總成122之一或更多者內的元件，用以相對於該標靶區105來調整該強化光束110的驅動軸線之一位置或角度的一或更多者。該EUV輻射的有效量會由於該強化光束110之驅動軸線與該標靶區205間之小至1 μ m的偏差值而實質地減降。故，該計量系統300能被用來對該相對徑向對準造成0.1至50 μ m量級的調整。

雖非必要，但該計量系統300亦可包含用以執行其它功能的其它構件。例如，該計量系統300係包含該取樣裝置

124，其會輸出一影像訊號能被該主控制器155之一重疊控制模組310用來計算該影像訊號的特徵，並發送一訊號至該光束控制系統158來調諧該光束傳輸系統120和聚焦總成122之一或更多者內的元件，如在美國公開案No. 2011/0141865中更詳細論述者。

比如另一例，該計量系統300包含一雷射觸發控制模組315，其會接收並分析來自該光檢測器165的輸出，及選擇地接收和分析來自該等能量感測器170的輸出，並依據該分析來決定如何調整該強化光束110的脈衝之一發射時點。該雷射觸發控制模組315會輸出一訊號至該雷射控制系統157，其係取決於該分析的結果，而來調整該發射時點和速率。

又如另一例，該計量系統300包含一細滴位置模組320，其會計算一細滴位置和軌跡，由之則一細滴位置誤差能被以一逐滴或平均的基準算出。故該細滴位置模組320會決定該細滴位置誤差。而該模組320的輸出可被饋入該標靶材料輸送控制系統126，其能使用該輸出來調整該標靶區105內的標靶材料114之一位置或一方向，或調整由該標靶材料供應裝置127輸出的標靶材料114之一時點或速率。該模組320的輸出亦可被饋入該光束控制系統158中，而來依需要調諧或調整該光束傳輸系統120和聚焦總成122之一或更多者內的元件。

請參閱第4圖，該計量系統300會執行一程序400用以調整該強化光束110相對於該標靶混合物114之一徑向對準。

104年6月3日修正頁

雙面影印

在該光源100之一最初設定之後，該主控制器155會發送訊號至該雷射控制系統157和該光束控制系統158，而來沿一驅動軸線朝向其中設有該標靶材料114的標靶區105導引發自該驅動雷射系統115的強化光束110(步驟405)。至少一部份在該標靶混合物114中的標靶材料會轉變成一電漿狀態，其會發出紫外線(例如EUV)電磁輻射。

嗣，該等能量感測器170會檢測由該標靶材料114的電漿狀態發出的EUV電磁輻射之能量，且該主控制器155會接收來自該各能量感測器170的輸出(所感測的能量)(步驟410)。該主控制器155會分析被感測的能量(步驟415)。在第2圖所示的實施例中，該能量感測器271會輸出所感測的能量E1，該能量感測器272會輸出所感測的能量E2，該能量感測器273會輸出所感測的能量E3，且該能量感測器274會輸出所感測的能量E4等至該主控制器155。該主控制器155會依據所分析的感測能量來評估一相對徑向對準RA(步驟420)。在一實施例中，該主控制器155會依據下列計算來評估y方向之一相對徑向對準(RAy)：

$$RAy = \frac{(E1 + E4) - (E2 + E3)}{E1 + E2 + E3 + E4}$$

亦請參閱第6圖，一舉例的圖表600示出由全部的能量感測器所測得能量的總能量E_{tot}，就第2圖中所示的實施例而言其E_{tot}=E1+E2+E3+E4，乃為該光束輸送系統中之一元件沿該y方向所取的位置之一函數。

亦請參閱第7圖，一舉例的圖表700示出該強化光束的

驅動軸線與該標靶區的相對徑向對準 RAy ，乃為該光束輸送系統內之一可調整元件沿該 y 方向所取的位置之一函數。因為該強化光束110會與該光束輸送系統內的該可調整元件交互作用，故該元件的調整會使該強化光束相對於該標靶區被橫向或成角度地移動。該相對徑向對準 RAy 在當該元件被沿該 y 方向調整時將會依循一路徑其會通過一轉折值705。該轉折值705代表該強化光束在該 y 方向於該等能量感測器271和272之間，及能量感測器274和273之間，係為大致等距之點。若該強化光束在 y 方向係偏離於該等距值，則該相對徑向對準 RAy 會依循一離開該轉折值705的路徑。

故，該 RAy 訊號可被用來判定該強化光束210的驅動軸線212離該標靶區205(其可由該主軸線211代表)的偏差。例如，如第5A圖中所示，該驅動軸線212係較靠近能量感測器271和274，故， RAy 係大於該轉折值705，且因此會表示分別來自能量感測器271、274的能量訊號 $E1$ 和 $E4$ 係大於分別來自能量感測器272、273的能量訊號 $E2$ 和 $E3$ 。比如另一例，如第5B圖中所示，該驅動軸線212係較靠近能量感測器272和273，故 RAy 係小於該轉折值705，因此表示能量訊號 $E2$ 和 $E3$ 係大於能量訊號 $E1$ 和 $E4$ 。請參閱第5C圖，該驅動軸線212沿該 y 方向係離該等能量感測器273和274大致等距，且沿該 y 方向係離該等能量感測器271和272大致等距。故， RAy 會接近該轉折值705。

若該等能量感測器271、272、273、274係被與該 y 方向

完全地對準並校準，而使一沿該主軸線211的訊號會提供該各能量感測器271、272、273、274中的相等能量，則該RAY的轉折值705會接近0。

嗣，該主控制器155會調整該強化光束相對於該標靶區105的方向(步驟425)。該主控制器155如此作係藉判斷如何調整該光束輸送系統中之一或多個元件的位置，而來調整該強化光束110相對於該標靶區105的位置及/或角度。該主控制器155嗣會發送一訊號至該光速控制系統158，其會調整一耦接於該一或多個元件的致動器，而來控制該強化光束之一位置及/或角度。以此方式，該標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之相對徑向距離會被調整。且因為如此，由該標靶材料之電漿狀態輸出的所發出EUV電磁輻射之總能量可被改良。

例如，在該光束輸送系統中的元件，當被沿該y方向調整時，會改變該驅動軸線212與該標靶區205(其係由該主軸線211代表)間之一相對對準。該總能量 E_{tot} 會在該元件之一特定位置605達到一最大值。故，藉著調整該光束輸送系統中的元件之位置，則該標靶混合物與該強化光束之驅動軸線間的相對徑向距離亦會被調整，遂可增加該標靶材料在電漿狀態所發出的EUV輻射而來由該光源100造成更多的EUV光。

該等可被調整的元件可為該聚焦總成122中之一最終聚焦透鏡及一鏡之一或更多者。該等元件及其調整之一例可被見於2011年6月16日公開之美國公開案No. 2011/0140008

中，其內容併此附送。在其它實施例中，該可被調整的元件可為該聚焦總成122內之一最終聚焦曲面鏡。此一元件之一例可被見於2066年10月5日公開之美國公開案No. 2006/0219957中，其內容併此附送。

比如另一例，並請參閱第2圖，一曲面鏡223可藉沿該y或x方向的一或多者來平移該鏡223，或繞該x或y方向旋轉該鏡223而來被調整。

該可被調整的元件可為一鏡，一曲面鏡，一透鏡，或該光束傳輸系統120或該聚焦總成122內的任何其它部件。該等元件之例可被見於美國公開案No. 2011/0140008中所述的光束傳輸系統。

雖以上說明提供一用於沿該y方向調整之例，但該相對徑向對準可被沿該x方向或沿x和y方向來調整。例如，沿x方向的相對徑向對準RAx能由以下之舉例公式來給予：

$$RAx = \frac{(E1 + E2) - (E3 + E4)}{(E1 + E2 + E3 + E4)}$$

又，除了上述方法外亦可能有其它方法可算出在該x或y方向的相對徑向對準。該等能量感測器271、272、273、274能被沿不同於第2圖中所示的角度位置設置，且不限於此等角度位置。例如，該等能量感測器271、272、273、274可被設成如第8圖中所示。若只有沿一個方向的相對徑向對準必須被得知，則少至2個的能量感測器可被使用。

上述的計量系統300會促成比僅使用光學資料來判定該強化光束的對準之計量系統更高的取樣速率。例如，該

計量系統300能在該標靶區被以一每一標靶混合物細滴取一樣本(其中該相對徑向對準RA會在一樣本中被判定)的速率來操作。又，該等能量感測器170的範圍和靈敏度係大於先前用於判定對準的光學檢測器之範圍和靈敏度。

藉著調整該相對徑向對準，該EUV產量可以增加，且該光源100能被以比沒有該計量系統300而倚賴能量感測器的先前系統更高的效率來操作。

其它的實施例係在以下申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第1圖為一雷射造成電漿(LPP)極紫外線(EUV)光源之一方塊圖；

第2圖為一立體圖示出第1圖的光源之一舉例的標靶區，一收集鏡，能量檢測器，及一標靶材料供應裝置；

第3圖為第1圖的光源之一計量系統的方塊圖；

第4圖為一由第3圖的計量系統執行的程序之一流程圖；

第5A～C圖為第2圖之一舉例的收集鏡，標靶區，能量感測器和標靶材料供應裝置沿一通過該收集鏡的強化光束之一驅動軸線所採的各視圖；

第6圖為沿第1和2圖之光源的y方向所採之在一光束輸送系統中成為一元件的位置之一函數的總能量 E_{tot} 之一舉例圖表；

第7圖為沿第1和2圖之光源的y方向所採之在該光束輸送系統中成為該元件位置之一函數的該強化光束之一驅動軸線與一標靶區間之一相對徑向對準Ray的舉例圖表；及

第8圖為沿一會通過該收集鏡的強化光束之一驅動軸線所採的第2圖之一舉例的收集鏡，標靶區，能量感測器和標靶材料供應裝置之一視圖。

【主要元件符號說明】

100...光源	160...標靶顯像器
105...標靶區	165...光檢測器
107...內部	170...感測器
110...光束	175...導引雷射
111...主軸線	205...標靶區
114...標靶混合物	210...強化光束
115...雷射系統	211...主軸線
120...光束傳輸系統	212...驅動軸線
122...聚焦總成	214...標靶混合物
124...取樣裝置	223...曲面鏡
125...標靶材料輸送系統	235...收集鏡
126...標靶材料輸送控制系統	240...孔隙
127，227...標靶材料供應裝置	270～274...能量感測器
130...真空腔室	300...計量系統
135...收集鏡	305...對準控制模組
140...孔隙	310...雷射重疊控制模組
145...中間位置	315...雷射觸發控制模組
155...主控制器	320...細滴位置模組
157...雷射控制系統	400...調整程序
158...光束控制系統	405～425...各步驟

105年1月26日修正替換頁

600, 700...圖表

705...轉折值

605...特定位置

七、申請專利範圍：

1. 一種相對於一標靶混合物(target mixture)之一標靶材料來調整一強化(amplified)的脈衝光束之一位置的方法，該方法包含：

沿一驅動軸線導引該強化的脈衝光束朝向一其中設有該標靶混合物的標靶區，藉此使該標靶混合物中之標靶材料的至少一部份轉變成一會發出紫外線電磁輻射的電漿狀態；

在二或更多個不同位置處檢測所發出的紫外線電磁輻射之能量，而該等位置係徑向(radially)分離於一通過該標靶區之主軸線；

分析所檢測的能量；

依據所分析的檢測能量來評估該標靶區內之標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之一相對徑向對準(relative radial alignment)；及

相對於該標靶區中的標靶混合物來調整該強化光束之一徑向對準，以調整該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線之間的相對徑向距離；

其中相對於該標靶混合物來調整該強化光束之該徑向對準包括調整在一光束輸送系統中的一或多個元件的一位置，其將該強化光束導向該標靶區。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中檢測所發出的紫外線電磁輻射之能量的步驟乃包括：檢測極紫外線電磁輻射的能量。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中檢測所發出的紫外線電磁輻射之能量的步驟乃包括：檢測深紫外線電磁輻射的能量。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中評估該標靶混合物與該驅動軸線間之相對徑向對準的步驟乃包括：評估該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線間之一徑向對準。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中相對於該標靶混合物來調整該強化光束的徑向對準的步驟乃包括：調整一或多個光學元件之一位置及一角度中的一或更多者，而該等光學元件會操縱及移動該強化光束來朝向該標靶區內的標靶混合物。
6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中調整會操縱及移動該強化光束的一或多個光學元件之位置及角度中的一或更多者的步驟乃包括：調整一曲面鏡之位置及角度的一或更多者，而該曲面鏡會重導該強化光束來朝向該標靶區。
7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中檢測在二或更多個位置處所發出、而該等位置係徑向分離於該主軸線的紫外線電磁輻射之能量的步驟乃包括：檢測在四個位置處所發出、而該等位置係徑向分離於該主軸線的紫外線電磁輻射之能量。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，更包含：攝取(capturing)一由該標靶混合物所反射、並回向一會供應該強化光束之驅動雷射系統的雷射束之一光學影像；

其中評估該標靶區內的標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之相對徑向對準的步驟亦係依據以下步驟：分析該所攝取的影像。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中檢測在二或更多個位置處所發出的紫外線電磁輻射之能量的步驟乃包括：以一等同於該強化光束之一脈衝重複率的速率來檢測該能量。
10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中藉由相對於該標靶區中的標靶混合物來調整該強化光束的徑向對準的步驟，乃可減少該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線之間的相對徑向距離。
11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中分析所檢測的能量的步驟乃包含：判斷在第一組的一或多個位置處所取得之一第一組能量的第一總能量、與在第二組的一或多個位置處所取得之一第二組能量的第二總能量間之一差值，該第一組的一或多個位置係不同於該第二組的一或多個位置。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該第一總能量是在該第一組的一或多個位置處所取得的能量之總和，且該第二總能量是在該第二組的一或多個位置處所取得的能量之總和。
13. 如申請專利範圍第11項之方法，其中分析所檢測的能量的步驟乃包含：以一在全部的該二或更多個位置處所取得的全部能量之總能量，來正常化(normalizing)該差值。

14. 如申請專利範圍第1項之方法，其中評估一相對徑向對準的步驟乃包含：評估該標靶區內之標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間、沿一係垂直於該主軸線之第一方向上所取得之一徑向距離。
15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中評估一相對徑向對準的步驟乃包含：評估該標靶區內之標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間、沿一係垂直於該第一方向和該主軸線之第二方向上所取得之一徑向距離。
16. 一種相對於一標靶混合物之一標靶材料來調整一強化的脈衝光束之一位置的裝置，該裝置包含：
 - 一驅動雷射系統，產生一強化的脈衝光束，其會沿一驅動軸線運行(travel)；
 - 一光束輸送系統，將該強化的脈衝光束導向一標靶區；
 - 一標靶材料輸送系統，提供一含有一標靶材料的標靶混合物於該標靶區中；
 - 二或更多個感測器，係在離一通過該標靶區的主軸線之不同位置處而呈徑向地分開，該二或更多個感測器係組態成可檢測紫外線電磁輻射之能量，而該紫外線電磁輻射係當該強化的脈衝光束交會(intersect)該標靶混合物時由該標靶材料之一電漿狀態所發出；及
 - 一控制器，接收來自該二或更多個感測器的輸出，且係組態成分析所檢測的能量、並依據該分析來評估該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線間之一相對徑向

對準，且係組態成輸出一訊號至該光束輸送系統來調整該強化光束相對於該標靶區中的標靶混合物之一徑向對準，藉此調整該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線之間的相對徑向距離。

17. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該驅動雷射系統包含一或多個光學放大器，各光學放大器含有一增益媒體、一激發源、及內部光件，而該增益媒體能夠以一高增益來光學地增強一所需波長。
18. 如申請專利範圍第17項之裝置，其中該增益媒體包含CO₂。
19. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該光束輸送系統包含一聚焦光學元件，其會將該強化光束聚焦於該標靶區。
20. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該標靶材料輸送系統包含一噴嘴，其會提供該標靶混合物的流體細滴於該標靶區中。
21. 如申請專利範圍第16項之裝置，更包含一幅射收集器，其會捕捉及重導當該強化的脈衝光束交會該標靶混合物時由該標靶材料的電漿狀態所發出的紫外線電磁輻射之至少一部份。
22. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該所發出的紫外線電磁輻射包括極紫外線電磁輻射。
23. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該二或更多個感測器包括至少四個感測器，而它們係徑向地分離於該主軸

線。

24. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該二或更多個感測器之至少一者係以一距離徑向地分離於該主軸線，而該距離係不同於一會徑向地分開其它感測器之至少一者的距離。

25. 如申請專利範圍第16項之裝置，更包含一顯像裝置，其構製成可攝取一由該標靶混合物所反射、並回向該驅動雷射系統的雷射束之一光學影像；

其中該控制器亦會接收來自該顯像裝置的輸出，且係構製成亦可依據所接收之來自該顯像裝置的輸出來評估該相對徑向對準。

26. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該二或更多個感測器的取樣速率係等同於該驅動雷射系統之一脈衝重複率。

27. 一種計量系統，包含：

二或更多個感測器，係在離一通過一標靶區的主軸線之不同位置處而呈徑向地分開，該二或更多個感測器係組態成可檢測紫外線電磁輻射之能量，而該紫外線電磁輻射係當一強化的脈衝光束交會一標靶混合物時由該標靶混合物之一標靶材料之一電漿狀態所發出；及

一控制器，會接收來自該二或更多個感測器的輸出，且係組態成分析所檢測的能量、並依據該分析來評估該標靶區內的標靶混合物與該強化光束的驅動軸線間之一相對徑向對準，且係組態成輸出一訊號至一光束輸送系統來調整該強化光束相對於該標靶區中的標靶

混合物之一徑向對準，藉此調整該標靶區內的標靶混合物與該驅動軸線之間的相對徑向距離。

28. 如申請專利範圍第27項之計量系統，其中該二或更多個感測器包括至少四個感測器，而它們係徑向地分離於該主軸線。

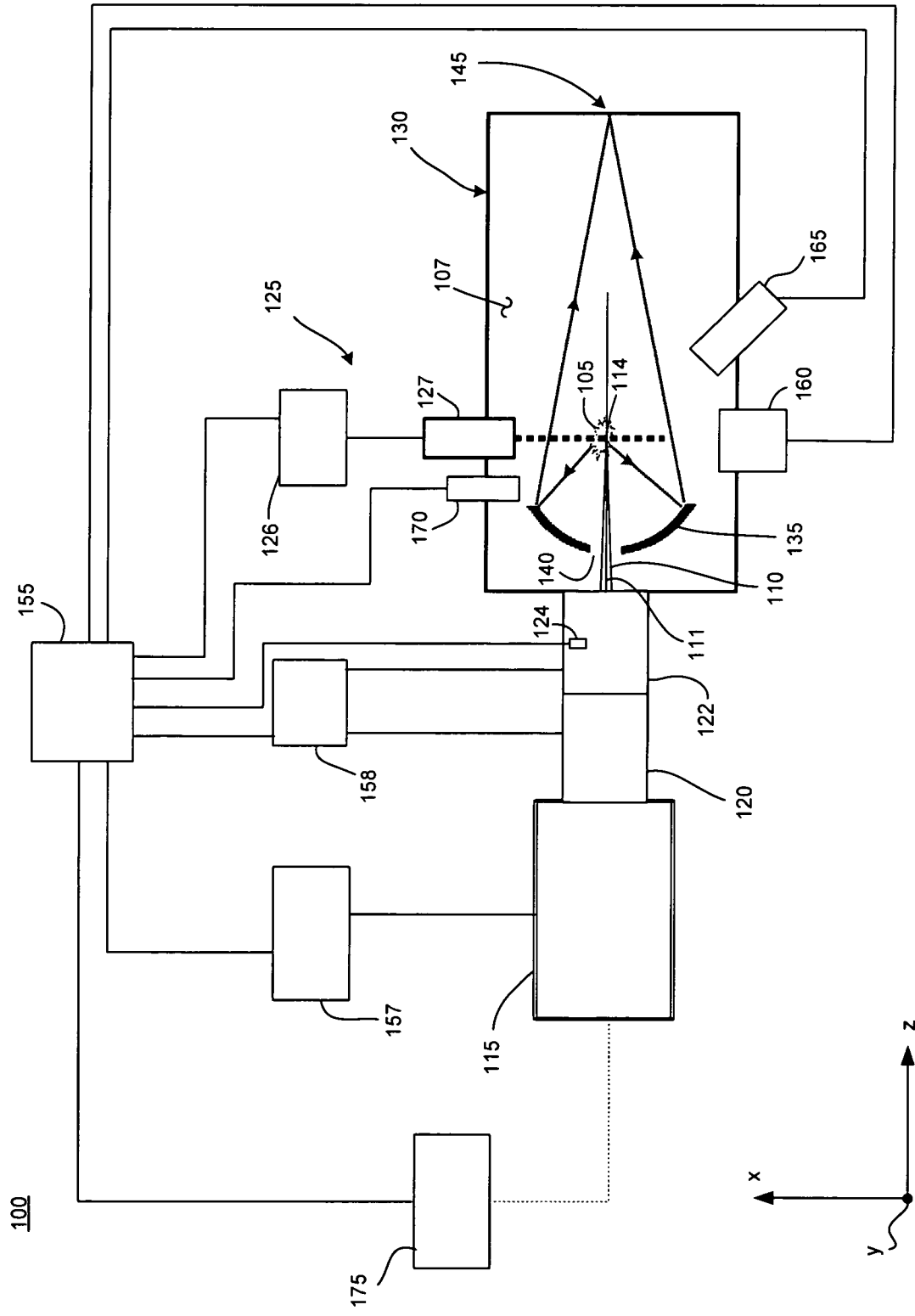
29. 如申請專利範圍第27項之計量系統，其中該二或更多個感測器之至少一者係以一距離徑向地分離於該主軸線，而該距離係不同於一會徑向地分開其它感測器之至少一者的距離。

30. 如申請專利範圍第27項之計量系統，更包含一顯像裝置，其構製成可攝取一由該標靶混合物所反射、並回向一會生成該強化光束之驅動雷射系統的雷射束之一光學影像；

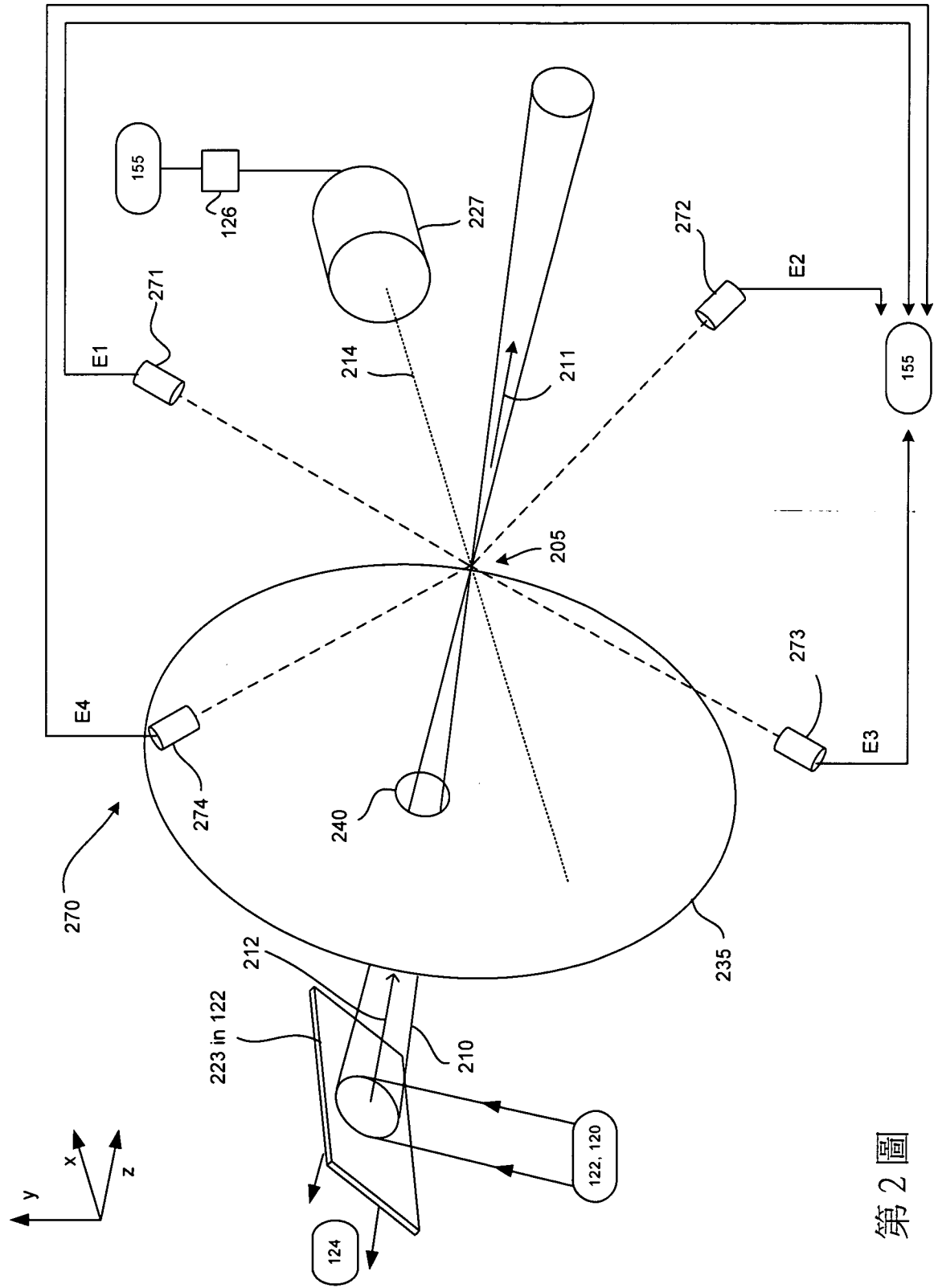
其中該控制器亦會接收來自該顯像裝置的輸出，且係構製成亦可依據所接收之來自該顯像裝置的輸出來評估該相對徑向對準。

八、圖式：

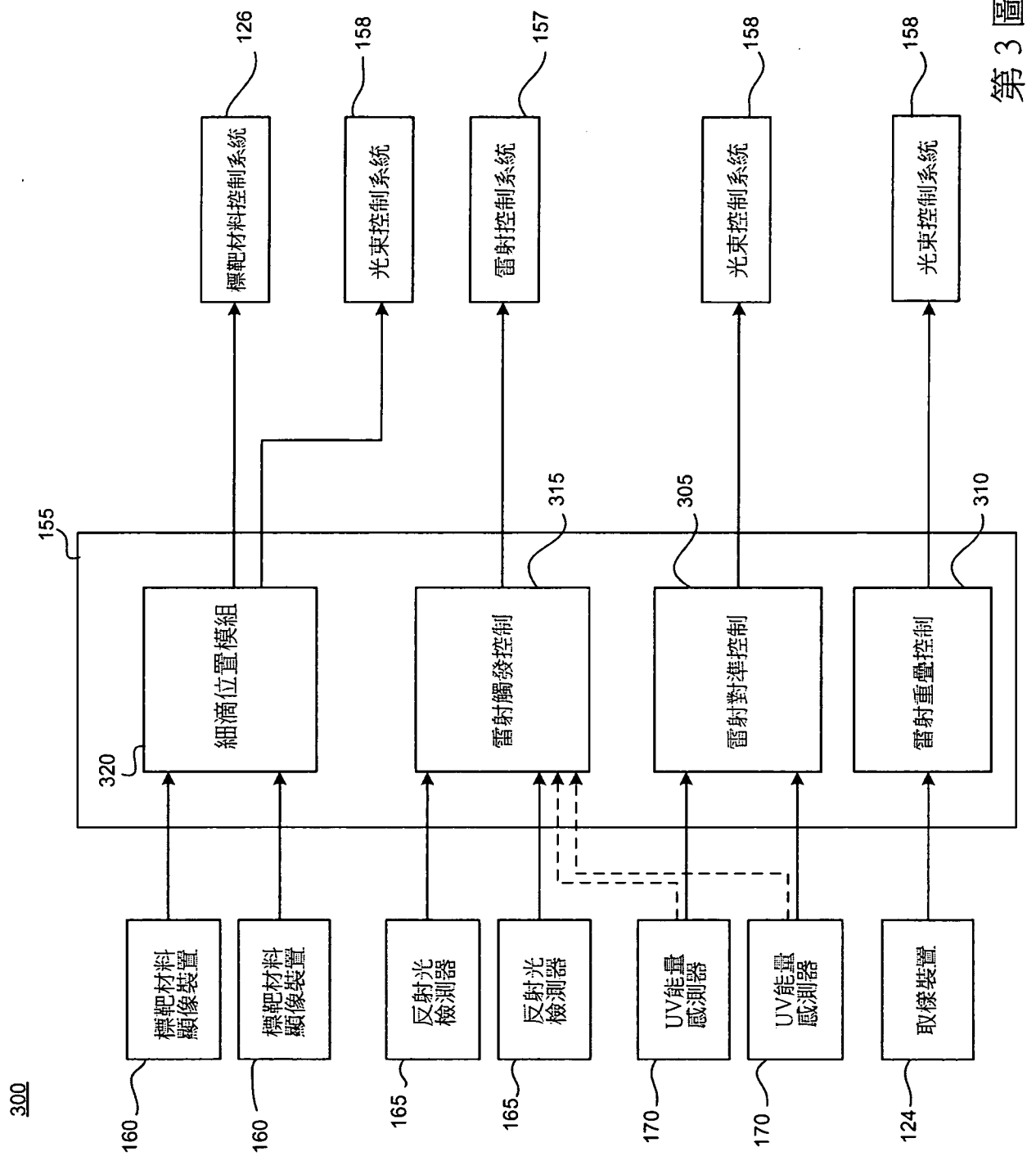
1/9



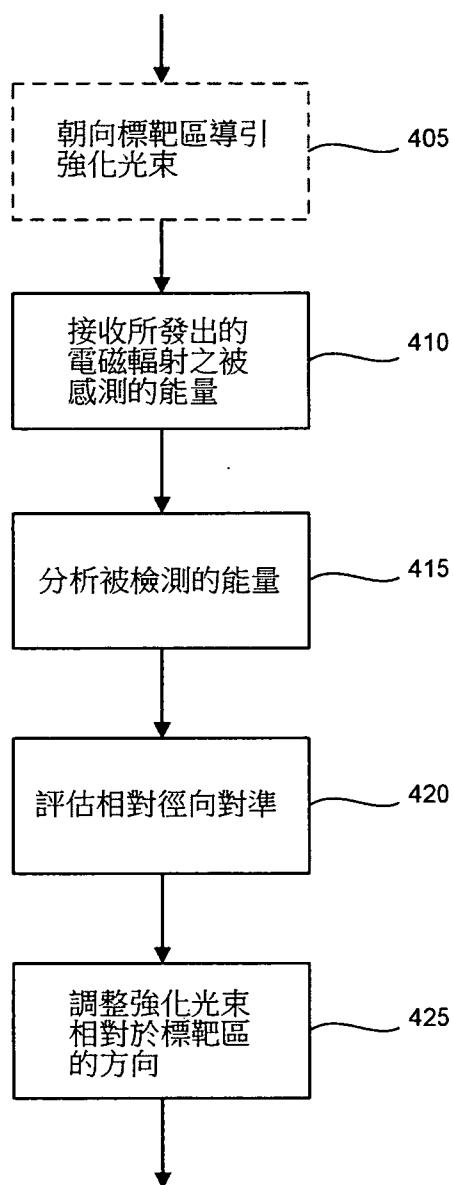
第1圖



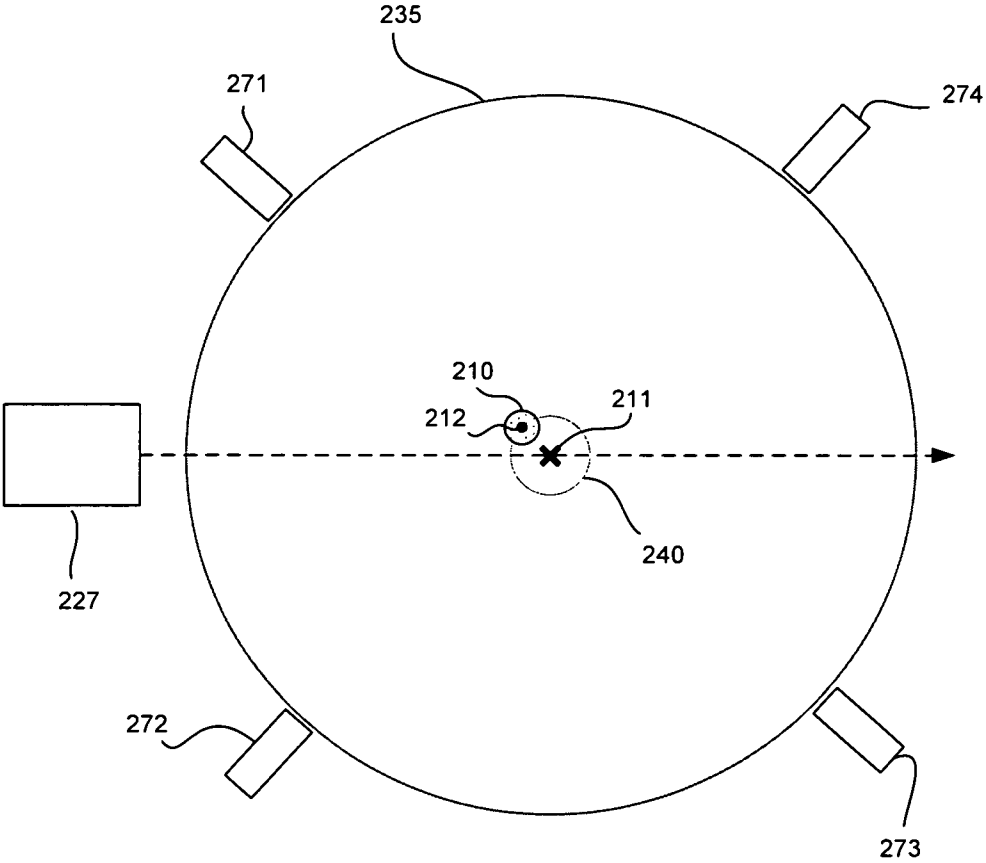
第2圖



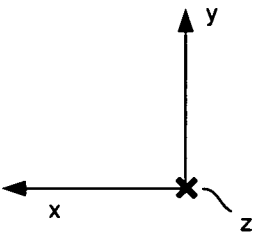
400



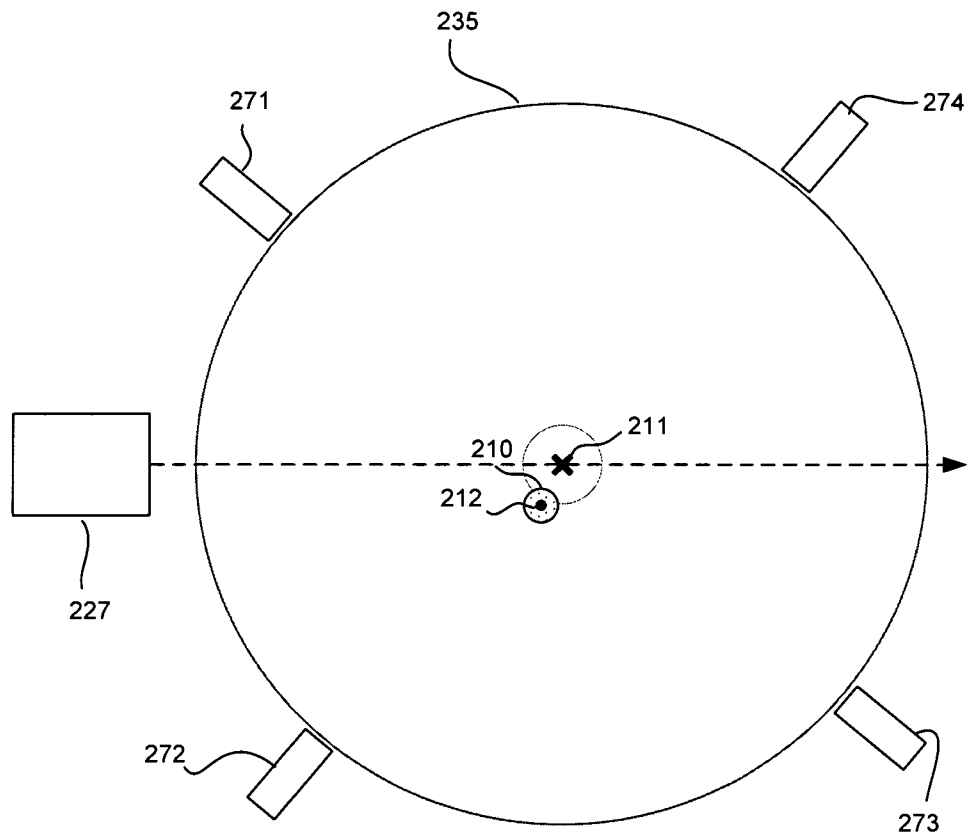
第 4 圖



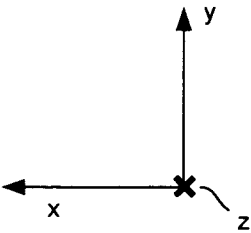
第 5A 圖

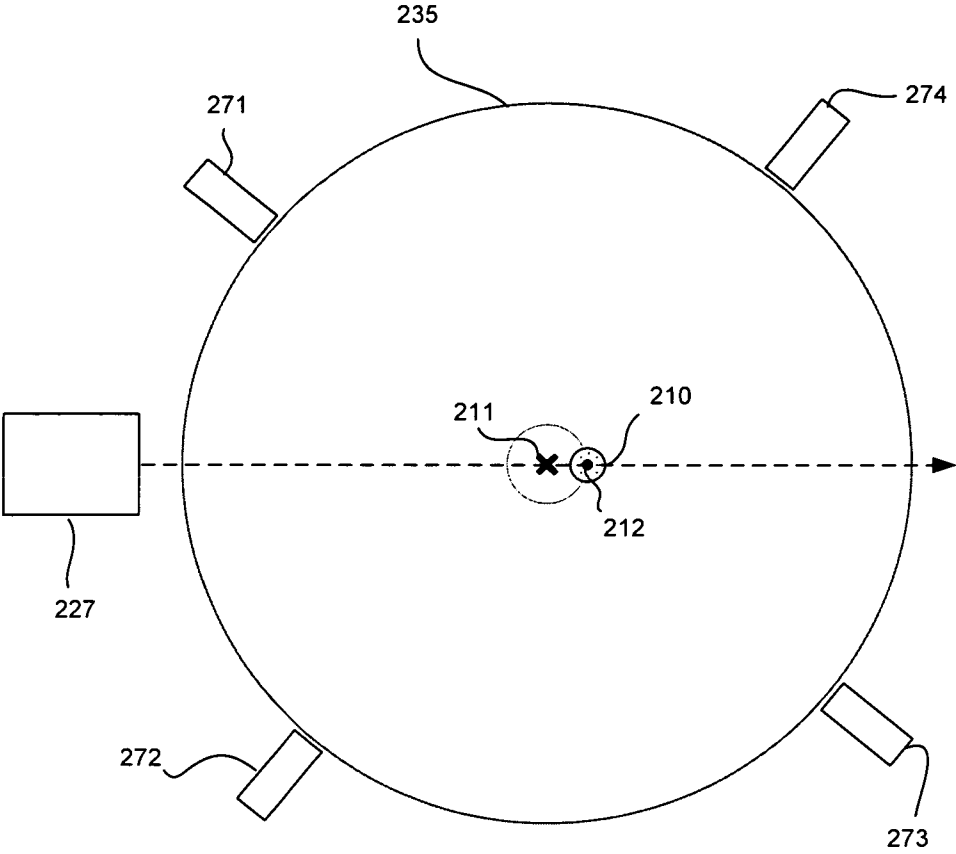


6/9

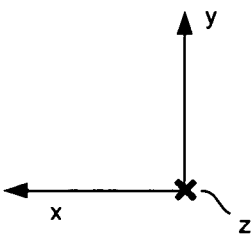


第 5B 圖

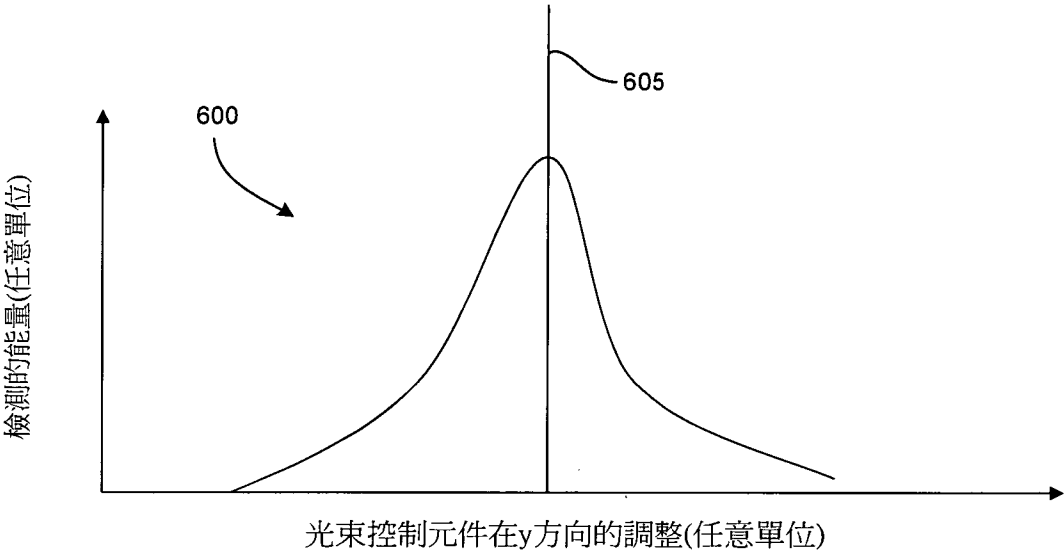




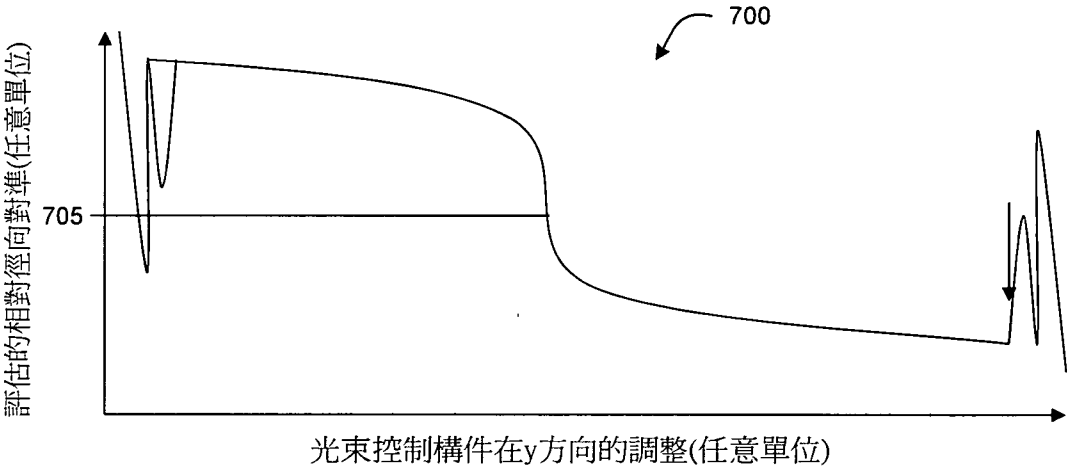
第 5C 圖



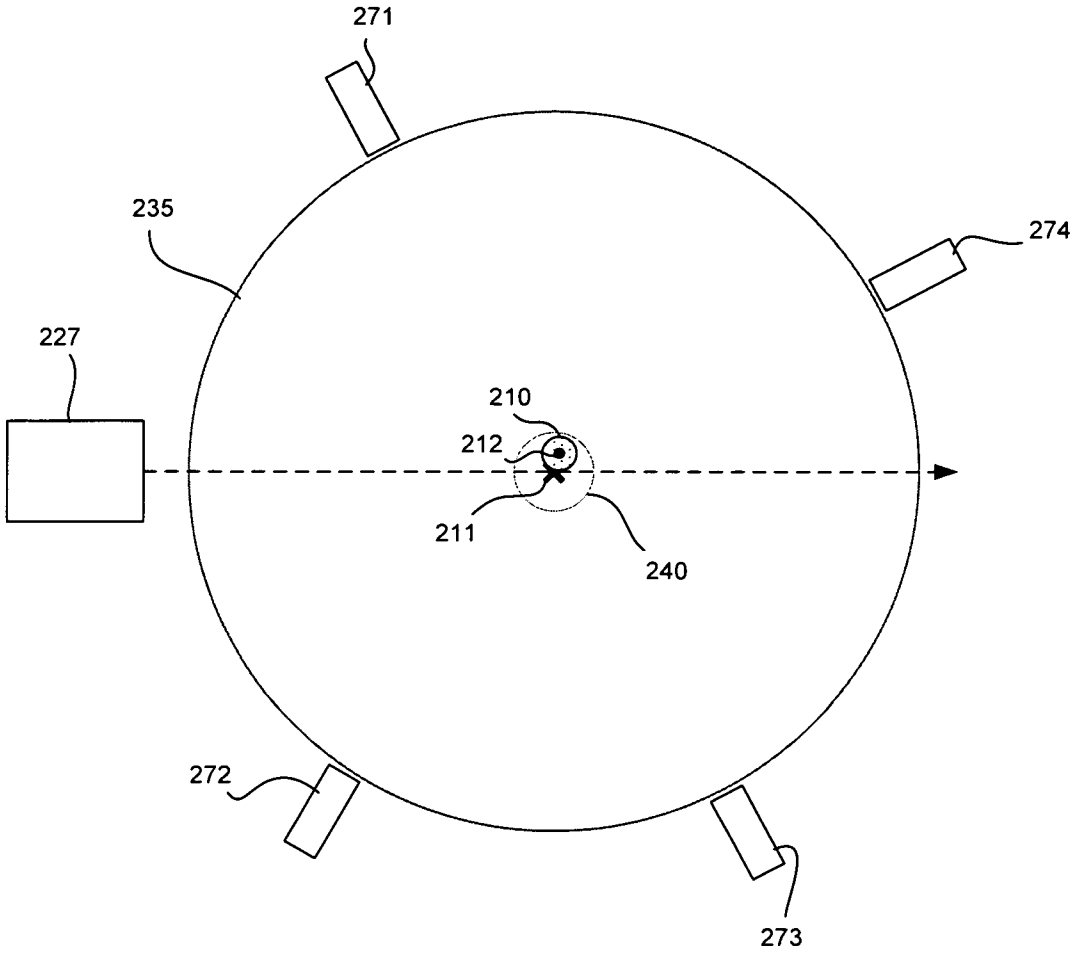
104年6月3日修正替換頁



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

