

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：94105596

※ 申請日期：94.7.24

※IPC 分類：H01S 3/00

一、發明名稱：(中文/英文)

高重複率雷射生成式電漿之極遠紫外線(EUV)光源

A HIGH REPETITION RATE LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

希瑪股份有限公司/CYMER, INC.

代表人：(中文/英文)

巴克 南西 J./BAKER, NANCY J.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖地牙哥市·托明特巷17075號

17075 Thornmint Court, San Diego, CA 92127-2413, USA

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 10 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 阿肯斯 羅伯特 P./AKINS, ROBERT P.
2. 聖迪斯特隆 理查 L./SANDSTROM, RICHARD L.
3. 派特洛 威廉 N./PARTLO, WILLIAM N.
4. 佛蒙柯維 伊格爾 V./FOMENKOV, IGOR V.
5. 史提格 湯瑪斯 D./STEIGER, THOMAS D.
6. 歐格特斯 J. 馬汀/ALGOTS, J. MARTIN
7. 伯威林 諾貝特 R./BOWERING, NORBERT R.
8. 賈庫斯 羅伯特 N./JACQUES, ROBERT N.
9. 帕林夏特 佛瑞德里克 A./PALENSCHAT, FREDERICK A.
10. 宋俊/SONG, JUN

國 籍：(中文/英文)

- 1.-6. 8. 9. 美國/USA
7. 德國/Germany
10. 加拿大/Canada

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國:2004, 03, 17: 10/803, 526

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關一用於產生EUV光之系統，其係使用一
5 雷射生成式電漿以及輸送至輻照部位被一脈衝式雷射束所
輻照之呈現固體顆粒或滴粒或嵌入一滴粒中的固體顆粒形
式之離散標靶。

相關申請案

本申請案係有關共同審查中的申請案：2004年3月10
10 日提交名稱為“用於EUV光源之收集器”之事務所案號
No.2003-0083-01，該案的揭示以引用方式併入本文中。

【先前技術】

發明背景

LPP EUV源已經討論有一段時日。隨著譬如愈來愈小
15 的積體電路臨界尺寸微影術等之需求，以及伴隨的愈來愈
短波長(位於數十奈米範圍(譬如10至30))光源之需求，益發
清楚地需要一種可滿足對於功率、重複率、劑量穩定性及
類似等所有需求之可運作的EUV光源，該等需求譬如係為
用來作為微影術光源之EUV光源的實際需求。範例中，已
20 經有部分案例指示出功率需求為何。一種檢視方式係將採
用似乎身為系統需求的特定微影參數之諸如TRW/CEO系統
等一雷射生成式電漿(LPP)系統之記錄效能與一深電漿聚
焦系統(各種不同的放電生成式電漿(DPP)系統)之提案予以
比較。對於TRW/CEO系統的記錄數值係顯示於下列表I中。

表 I

	TRW/CEO LPP
在中間焦點(I.F.)之收集EUV功率	100W**
收集器光學傳輸	55%*
進入收集器的EUV功率	181W
幾何收集效率	$2 \text{ str}/2 \pi \text{ str}$
進入 $2 \pi \text{ str}$ 的EUV功率	227W
雷射至EUV轉換	1.0%
進入容器的“泵”功率	22,700W
電性至雷射轉換	3%
壁插頭電功率	756,666W

*根據2003 SPIE提供的一份TRW/CEO海報文件

**根據EUV光源的潛在客戶所陳述之需求

5 雖然譬如使用在積體電路製造廠中的部分系統需要位於一千瓦範圍的功率，比起譬如離子植入器或快速熱退火系統等機具，每個製造廠(fab)很有可能將需要遠為更多個使用EUV光源之掃描器，亦需要此類型之預估的投射輸入功率。故明顯地需要改良EUV光源效率之提案。

10 此EUV光源對於整體效率極為重要之一領域係在於收集器。需要解決包括碎屑控管等之收集器效率的許多議題，其中如果碎屑譬如由於不能夠隨著時間經過來控制碎屑沉積而需要頻繁地更換收集器，將會干擾將所需要的光能輸送至中間焦點之能力亦會降低光源的經濟效率。對於
15 一收集器系統的提案已經討論於2004年3月10日提交名稱為“用於EUV光源之收集器”的事務所案號No.2003-0083-01

之共同審查中的申請案中，該案的揭示以引用方式併入本文中。

譬如若具有10%的電性至雷射轉換效率，則所需要的壁插頭功率變成227,000W。此數值基本上係與放電生成式電漿(DPP)相同。如果TRW/CEO亦可達成其使雷射至EUV效率加倍之陳述目標，則所需要的壁插頭功率變成113,500W。當然，增加此轉換效率之方法係可能適用於DPP，因此DPP壁插頭需求亦將降低一半。

在一EUV微影光源的設計及譬如收集器策略、放電生成式電漿(DPP，譬如深電漿聚焦(DPF)或雷射生成式電漿(LPP)及類似物)、標靶材料的選擇等背後之一驅動力係為微影工具製造廠關於諸如一248奈米驅動雷射等譬如 LPP源所產生的頻帶外輻射位準之需求。因為EUV多層鏡面對於UV區域展現高的反射率而且許多所提出的EUV光阻對於UV/DUV具有敏感性，此源務必不會產生大量諸如位於130至400奈米範圍之輻射。對於一248奈米的驅動雷射而非紅外線驅動雷射，即使少量散射雷射光亦可能導致來自EUV源之高位準的UV輻射。

對於一製造EUV源的頻帶外輻射之目前可想見的完整規格係以相關波長範圍及對於譬如13.5奈米能量等頻帶內之容許比值列於下列表中。

<u>範圍</u>	<u>容許百分比(相對於13.5奈米頻帶內)</u>
10-40奈米	100%
40-130奈米	100%

130-400奈米	1%
400-800奈米	100%
>800奈米	0.05%

因此，諸如130奈米與400奈米之間的所有輻射係必須
 5 小於頻帶內13.5奈米輻射的1%。因此，如果假設對於頻帶
 內EUV具有譬如2%的貢獻，則對於130至400奈米頻帶亦必
 須只有0.02%轉換效率。這對於LPP及DPP皆是難以置信的
 緊苛要求。

已經模擬及研究擴大的雷射生成式電漿之表現行為及
 10 /或磁場對於電漿之影響效應，譬如潘特(H.Pant)的“一磁場
 中之擴大的雷射生成式電漿”，Physica Scripta, Vol.
 T75(1998), pp.104-111；堤麥克(Tillmack), Magnetic
 Confinement of LPP, UCSD Report and Abramova, “龍捲風
 陷阱”中所討論，上述揭示以引用方式併入本文中。

15 **【發明內容】**

發明概要

揭露一EUV光源裝置及方法，其可包含一脈衝式雷
 射，該脈衝式雷射以一選定脈衝重複率提供聚焦在一所需
 要的標靶點燃部位上之雷射脈衝；一標靶形成系統，其提
 20 供具有與雷射脈衝重複率協調的一選定間隔之離散的標
 靶；一標靶導向系統，其介於標靶形成系統與所需要的標
 靶點燃部位中間；及一標靶追蹤系統，其提供關於標靶在
 標靶形成系統與標靶導向系統之間運動之資訊，而能夠使
 標靶導向系統將標靶導引至所需要的標靶點燃部位。標靶

追蹤系統係可提供能夠生成一雷射發射控制信號之資訊，並可包含一具有一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與標靶的一投射輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測標靶通過各別點之各別相對配置的光偵測器，

5 或一含有對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自光源的光係與標靶的一投射輸送路徑相交，其至少一者可包含一平面攔截偵測部件。滴粒偵測器係可包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器，或一具有一視場及用於使視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。此裝置及方法可包含一靜電電漿圍堵裝置，其在點

10 燃時於一標靶點燃部位上或附近提供一電性電漿拘限場，其中標靶追蹤系統提供一能夠控制靜電電漿圍堵裝置之信號。此裝置及方法可包含一具有一中間壁之容器，該中間壁具有一可讓EUV光通過並維持一橫越低壓陷阱的差壓力

15 之低壓陷阱。此裝置及方法可包含一磁性電漿拘限機構，其在標靶點燃部位附近生成一磁場以將電漿拘限至標靶點燃部位，其可為脈衝式且可利用來自標靶追蹤系統的輸出加以控制。

圖式簡單說明

20 第1圖顯示根據本發明的一態樣之一雷射生成式電漿EUV光源之一整體廣泛概念的示意圖；

第1A圖示意地顯示根據本發明的一實施例之一態樣的系統控制器之操作；

第2A圖顯示從一幅照點燃點朝向根據本發明的一實施

例之一收集器的一實施例來觀看根據本發明的一態樣之一
EUV光收集器的一實施例之側視圖；

第2B圖顯示第2A圖的實施例沿著第2A圖的線2B之橫
剖視圖；

5 第3圖以示意形式顯示根據本發明的一實施例之一態
樣的一標靶輸送系統之一可能的實施例；

第4A及B圖示意地顯示根據本發明的一實施例之一態
樣的一標靶追蹤系統之一可能的實施例，其中第4A圖係為
實施例的一態樣之示意側視圖而第4B圖為實施例的一態樣
10 之平面圖；

第5圖顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一標靶
追蹤系統之一替代性實施例的態樣之示意立體圖；

第6圖顯示包括用於收集碎屑的冷指之根據本發明的一
實施例之一態樣的橫剖視圖；

15 第7A-C圖顯示根據本發明的一實施例之一態樣之一用
於靜電拘限一諸如雷射生成式電漿等電漿之裝置及方法；

第8A-G圖示意地顯示本發明的一實施例之態樣；

第9圖顯示有關回饋及控制之本發明的一實施例之態
樣的方塊圖；及

20 第10圖顯示本發明的一實施例之態樣。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

現在參照第1圖，顯示用於諸如根據本發明的一態樣之一
雷射生成式電漿EUV光源20等EUV光源之一整體廣泛概

念的示意圖。光源20可包含一脈衝式雷射系統22，譬如以高功率及高脈衝重複率操作之一氣體放電受激準分子雷射或分子氬雷射，且可為一MOPA組態式雷射系統，譬如美國專利案No. 6,625,191、6,549,551及6,567,450號所顯示。光源20亦可包括一標靶輸送系統24，譬如以液體滴粒、固體顆粒、或包含在液體滴粒內的固體顆粒形式來輸送標靶。標靶可由標靶輸送系統24譬如輸送至一室26內部前往一輻照部位28，其或者稱為一點燃部位或火球目擊點。標靶輸送系統24的實施例更詳細地描述於下文。

10 如下文更詳細地討論，雷射脈衝係自脈衝式雷射系統22沿著一雷射光學軸線55經由室26中的一窗(未圖示)輸送至輻照部位、適當地聚焦，其與標靶輸送系統24所產生之一標靶的抵達作用呈現協調地生成一火球的點燃藉以形成一x射線釋放電漿，其根據標靶材料具有特定的特徵，包括
15 所產生的x射線光波長、點燃時或點燃後自電漿釋放的碎屑類型及數量。

光源亦可包括一截頭橢圓形式的一收集器30，譬如一反射器，其具有一開孔以供雷射光進入點燃部位28。收集器系統的實施例更詳細地描述於下文。收集器30可譬如為
20 一橢圓形鏡面，其具有一位於點燃部位28之第一焦點及一位於所謂中間點40(亦稱為中間焦點40)之第二焦點且其中EUV光自光源輸出並輸入至一積體電路微影工具(未圖示)。系統20亦可包括一標靶位置偵測系統42。脈衝式系統22可譬如包括一譬如具有一振盪器雷射系統44及一放大器

雷射系統48之主振盪器-功率放大器(MOPA)組態雙室式氣體放電雷射系統，振盪器雷射系統44及放大器雷射系統48譬如係包含一用於振盪器雷射系統44之磁性反應器-切換式脈衝壓縮及定時電路50及一用於放大器雷射系統48之磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路52、亦包含一用於振盪器雷射系統44之脈衝功率定時監測系統54及一用於放大器雷射系統48之脈衝功率監測系統56。系統20亦包括一EUV光源控制器系統60，其譬如亦可包括一標靶位置偵測回饋系統62及一發射控制系統65、以及譬如一雷射束定位系統66。

標靶位置偵測系統係可包括複數個滴粒成像器70、72及74，其相對於一標靶滴粒的位置(譬如相對於點燃部位)提供輸入並將這些輸入提供至標靶位置偵測回饋系統，標靶位置偵測回饋系統可譬如利用逐一滴粒方式或平均方式計算一標靶位置及軌跡且藉以計算一標靶誤差，然後將其以一輸入提供至系統控制器60，系統控制器60譬如可將一雷射位置及方向矯正信號譬如提供至雷射束定位系統66，此雷射束定位系統可譬如利用該信號來控制雷射位置及方向改變器68的位置及方向以將雷射束的焦點改變至一不同的點燃點28。

成像器72譬如可沿著一成像線75瞄準，譬如對準於從標靶輸送機構92至所需要的點燃部位28之一標靶滴粒94的一所需要的軌跡路徑，而成像器74及76譬如可在所需要的點燃部位28之前沿著譬如沿著所需要的軌跡路徑在某點80

交會之相交的成像線76及78而瞄準。

回應於來自系統控制器60的一信號，標靶輸送控制系統90譬如係可修改被標靶輸送機構92所釋放之標靶滴粒94的釋放點以矯正抵達所需要的點燃部位28之標靶滴粒中的
5 誤差。

位於中間焦點40上或附近之一EUV光源偵測器100係亦可將譬如用於指示出諸如雷射脈衝的定時與焦點等項目的誤差之回饋提供至系統控制器60，以在正確地點及時間適當地攔截標靶滴粒而有效且有效率地產生LPP EUV光。

10 現在參照第1A圖，示意地顯示如第1圖所示的一控制器系統60及相關聯的監測及控制系統62、64及66之進一步細節。控制器可自標靶位置偵測回饋系統接收譬如複數個位置信號134、136，譬如一軌跡信號136，且其譬如與一系統時脈116在一時脈匯流排115上所提供至系統組件之一系統
15 時脈信號具有交叉關聯性。控制器60可具有一預抵達追蹤及定時系統110，其譬如可計算標靶在系統時間中的某點之實際位置；及一標靶軌跡計算系統112，其譬如可計算一標靶滴在某系統時間之實際軌跡；及一幅照部位時間性及空間性誤差計算系統114，其譬如可計算相較於發生點燃的空間與時間之所需要的某點之一時間性及一空間性誤差信號。
20

控制器60隨後譬如可將時間性誤差信號140提供至發射控制系統64並將空間性誤差信號138提供至雷射束定位系統66。發射控制系統係可計算並將一共振充電器引發信

號122提供至振盪器雷射44磁性反應器切換式脈衝壓縮及
定時電路50的一共振充電器部118並可譬如將一共振充電
器引發信號提供至PA磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電
路52的一共振充電器部120，兩者可為相同信號，並可將一
5 觸發信號130提供至振盪器雷射44磁性反應器切換式脈衝
壓縮及定時電路50的一壓縮電路部126且將一觸發信號132
提供至放大器雷射系統48磁性反應器切換式脈衝壓縮及定
時電路52的一壓縮電路部128，其可能並非相同信號且可對
於振盪器雷射系統及放大器雷射系統分別部分地從時間性
10 誤差信號140及從來自光外出偵測裝置54及56之輸入加以
計算。

空間性誤差信號可被提供至雷射束位置及方向控制系
統66，雷射束位置及方向控制系統66可譬如將一發射點信
號及一視線信號提供至雷射束定位器，雷射束定位器可譬
15 如藉由改變發射時之雷射系統放大器雷射48的輸出位置或
改變雷射輸出束的瞄準方向或者改變兩者來定位雷射以對
於點燃部位28改變焦點。

現在參照第2A及2B圖，分別顯示一觀看至收集器鏡面
150內之收集器30的示意側視圖，及沿著第2A圖中的橫剖線
20 2B之旋轉對稱性收集器鏡面150配置的橫剖視圖(但此橫剖
視圖沿著第2A圖中的任何徑向軸線皆將相同)。

如第2A圖所示，橢圓形收集鏡面150觀看鏡面時係為圓
形橫剖面，其可能係為此鏡面最大延伸部之橫剖面，在第
1A圖中顯示為幾乎到達橢圓形鏡面150的焦點28，而不會阻

擋標靶滴粒94使其無法抵達設計位於焦點28之點燃點。然而，請瞭解鏡面可進一步延伸前往中間焦點，藉由鏡面(未圖示)中的一適當孔讓標靶滴粒通到焦點。橢圓形鏡面亦可具有一譬如第2A圖所示呈圓形之開孔152，以讓LPP雷射束154進入、譬如聚焦經過聚焦光學裝置156、經過鏡面150到達理想上位於橢圓形鏡面焦點之點燃點28。依據所採用控制系統的類型而定，如果在一點燃部位上需要修改束光學路徑來矯正雷射束154焦點，開孔152亦可在該等要求範圍內譬如依據束輪廓予以進一步定製，譬如概呈長方形。

第2A及2B圖中亦顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一碎屑屏蔽件180。碎屑屏蔽件180可由諸如鈿的譬如薄箔製成之複數個薄板182所構成，複數個薄膜182係自所需要的點燃部位往外徑向延伸且界定經過碎屑屏蔽件180之狹窄的平面性徑向延伸通路184。第2A圖係為高度示意性質且未依實際比例顯示，實際上，通路係盡可能地製成薄形。箔板182較佳可製成比通路184更薄，以盡量不會阻擋住從一標靶滴粒94被聚焦在點燃部位28上的雷射束155所點燃而成之電漿發出的x射線光。

如第2B圖所示，可看出通路182在碎屑屏蔽件180中之功能。單一的徑向通路係可在第2B圖中被看見，且其可在碎屑屏蔽件180的一通路內經過碎屑屏蔽件180及收集器鏡面150的旋轉對稱性旋轉軸線之收集器30的任意段中被看見。從點燃部位28往外呈徑向移行之自點燃部位28發射的EUV光(及其他光能)之各射線190係將通過碎屑屏蔽件180

中之一各別的通路182，其如第2B圖所示可一路延伸至收集鏡面150反射表面。當以任何入射角打擊在橢圓形鏡面150表面時，射線190將在如第1圖所示與聚焦於中間焦點40上之一反射射線192相同的通路180內反射回去。

5 現在參照第3圖，顯示根據本發明的一實施例之態樣的一標靶形成/輸送系統24之一可能的實施例。標靶輸送系統24可譬如包含一標靶形成/輸送裝置200，其可譬如具有一體部202及一蓋204，其中體部202及蓋204譬如係界定一可以譬如相對較純的狀態且以譬如液體形式或甚至固體形式
10 (諸如約20微米直徑等譬如相對較均勻半徑的丸狀物)來包含諸如鋰等標靶材料之內部腔穴206。如第3圖所示，此源係為可經由一源輸入部(未圖示)以譬如呈液體或固體形式供給至腔穴206且譬如可依據錫與鋰之間的質量及黏度差異經由一源212保持在諸如對於作為標靶的液態錫以10至
15 20 psi且對於鋰可能遠為更小的壓力等壓力下之液體形式的鋰，藉以譬如加壓可能諸如為氫等氣體。

標靶形成/輸送裝置200亦可具有諸如匣加熱器210等加熱器，其譬如環狀地圍繞體部202且具有譬如加熱體部以譬如藉由將腔穴中的材料維持在譬如對於鋰的500°C或以
20 上而使譬如諸如液態鋰等液態標靶材料維持液體形式之作用。

腔穴206譬如在其下端可開啟進入一噴嘴220內，噴嘴220可具有一窄化部222，窄化部222譬如在一固體標靶丸源的替代性實施例中係可在噴嘴220終端的一噴嘴開口226之

前大致變窄至一個標靶丸的尺寸，且在使用液體標靶材料之實施例的案例中變窄至一大致界定一譬如約20微米直徑的物流220之尺寸，其可譬如具有分離成標靶滴粒94之作用。

- 5 標靶滴粒94可譬如利用一擾動器226形成，其在譬如第3圖示意顯示的一sign波等諸如週期性信號之來自一標靶輸送系統控制器90的一信號之影響下係擠壓雜訊以將擾動的不連續性添加至液體物流224內，其譬如可選擇最終自物流224所實際形成的標靶滴94之尺寸及分佈。轉而可從整體系統控制器60來控制標靶輸送控制器。

- 整體系統控制器60亦可譬如關於一所需要的點燃部位利用諸如供應至整體系統控制器60之有關一或多個先前輸送的標靶滴粒之位置誤差的資訊為基礎藉以控制一標靶輸送系統位置控制器240。位置控制器240可譬如在一對於輸出物流224軸線呈正交之平面中使標靶形成/輸送裝置平移，以譬如調整該平面中之噴嘴輸出226的位置。譬如對於一緩慢的瞄準控制迴路及一較快速的瞄準控制迴路或譬如路程及細微瞄準控制，可藉由伺服馬達或壓電致動器或是兩者的一組合來達成此作用。

- 20 申請人已經在實驗中注意到，諸如一20微米直徑滴粒在一諸如約50微米距離(為了保護譬如噴嘴不受電漿及其碎屑，亦可能需要更大距離)輸送至一所需要的標靶模擬點燃部位時，在與所需要的標靶點燃部位呈現面對面之抵達點中將會發生一諸如約0.25公厘的誤差。申請人相信這是

由於起初離開標靶形成裝置200的噴嘴之滴粒對於標靶部位的正確軌跡路徑構成一角度所致，其在正常情形下為真正垂直(如第3圖示意地顯示)。申請人亦相信，這是由於諸如橫越噴嘴開口之溫度或類似物的側向差異(其一旦形成

5 之後即可能相對較呈穩態)等某些效應所致。對於此效應，申請人提議將譬如一傾斜機構(未圖示)包含在標靶形成系統92位置控制器240中譬如利用測量此滴粒形成軸線傾斜誤差的效應之標靶位置誤差信號的回饋為基礎令噴嘴平等且相反地傾斜遠離滴粒形成軸線傾斜誤差，以移除譬如與

10 標靶點燃部位呈面對面之標靶抵達位置中的誤差。可譬如藉由壓電元件來達成此作用，壓電元件可能只需在噴嘴中引發一諸如5至10球面度(steradian)的傾斜來抵銷噴嘴輸出部處之滴粒形成軸線誤差以具有對於標靶點燃部位的一正確飛行路徑。

15 整體系統控制器60亦可提供一信號(未圖示)至標靶輸送系統92以控制諸如氫等加壓氣體的壓力，其譬如可具有調整最終滴粒94的尺寸、滴粒94的輸送速率、或滴粒94形成/輸送至所需要的點燃部位28或前往一標靶追蹤及導向系統350的某些其他操作參數之作用，如下文更詳細地描述，藉以最終輸送至點燃部位28。

20

現在參照第4A及B圖，顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一可能的標靶追蹤系統42之一實施例的態樣。此標靶追蹤系統42可譬如包含一譬如因為其價格相對較便宜而選用之氦-氖(HeNe)雷射250。HeNe雷射可產生諸如

632-38奈米的波長頻率之一束256光，且可輸送至一譬如亦被雷射光源22束14所衝擊之光學裝置252，並可譬如對於束254大致完全呈透射性且可譬如經由與束154相同的聚焦光學裝置256來譬如反射部分的束256，亦即聚焦至所需要的點燃部位28。

標靶追蹤系統42亦可包括譬如另一聚焦光學裝置260，其譬如可將點燃部位28處穿過焦點的光聚焦在譬如一偵測器262上。偵測器262譬如可為一光電二極體或一陣列的光電二極體諸如一線性陣列的光電二極體，其經過選擇對於 HeNe雷射頻帶中的光具有敏感性但在雷射22頻帶中則否。譬如在點燃點28上或附近，譬如藉由一滴粒94通往來自HeNe雷射的光路徑中之作用，每次譬如當來自對其具有選擇敏感性之HeNe雷射250的光被截止時，偵測器262可譬如將一輸出信號亦即高(high)或低(low)譬如提供至偵測器的一或多個光電二極體。

請瞭解偵測器可譬如包含對於HeNe雷射波長呈敏感性之一線性陣列的光電二極體，並將可被分析來決定譬如朝向或遠離側向陣列或橫越陣列(譬如位於陣列的側向軸線中)的方向中之陣列中的部分位移之一或多個信號提供至控制器60或部分回饋系統諸如一位置回饋系統62，其譬如指示出一標靶滴粒在諸如一經過點燃部位28之水平平面(如第4A圖所示般地定向，假設水平平面與紙平面呈正交定向)等譬如某平面中穿過或通行於真正點燃部位28的任一側。

亦瞭解如果偵測器262包括譬如經垂直定向(如圖所示)之另一線性陣列的光電二極體，可利用來自此陣列的強度信號之部分分佈來譬如決定滴粒相距於點燃部位的一側向位移，譬如如第4A圖的位置94a及94b所示範。

- 5 若阻礙了藉由改變一強度信號的強度或對於此陣列中一中央光電二極體以外(水平或垂直)的位移來水平或垂直地分辨此誤差位移之能力，譬如，如果自偵測器阻絕足夠的HeNe光，甚至藉由一錯誤定位的滴粒(譬如位置94a及94b示意地且未依實際比例地顯示)，則滴粒前往位置94a或94b
- 10 的位移譬如第4A圖所示可單純地提供一說明滴粒94位於標靶上之偽誤指示。則仍可將偵測器62中光電二極體的輸出信號解釋為上述指示出標靶滴粒94位於點燃部位28上之低(或高)信號。

- 參照第4B圖，顯示根據本發明的一實施例之態樣的另一可能的配置，其可藉由譬如需要複數個此等相交信號(譬如兩或三個以指示出滴粒94已經交會點燃部位28)而具有減輕追蹤系統42操作中的此可能誤差之作用。第4B圖的實施例可再度包含如第4A圖所示穿過輻照雷射束154聚焦光學裝置156之束256，如同第4A圖所說明。穿過此光學裝置
- 15 156的一優點係在於：假設具有回饋，HeNe束256總是聚焦至所需要的點燃小區28，如下文更詳細地描述，其譬如使用聚焦光學裝置156藉由移動光學裝置156、或如果可能且方便則移動雷射22、或利用如下文更詳細地描述的束指向設備，譬如依據滴粒94被如上述的標靶輸送系統92及/或如
- 20

下述的標靶追蹤及導向系統350輸送至何處而將其皆譬如
聚焦至一點燃部位28。

第4B圖的實施例亦可譬如包含至少一額外的標靶追蹤
系統，譬如將一雷射束從諸如一HeNe雷射例如256a及256b
5 輸送至分別聚焦在另一偵測器262a及262b上之另一聚焦光
學裝置例如260a及260b。利用此方式，回饋系統62必須接
收到兩或更多個低(或高)信號，以指示出滴粒94已經譬如從
使點燃部位28成像之兩額外角度穿過點燃部位。如上述，
各別的偵測器262、262a及262b可譬如具有一線性陣列或正
10 交線性陣列的光偵測器，其可提供此一或多個陣列的光電
二極體中之強度資料藉以用來在水平或垂直或兩者方向中
決定滴粒94相對於所需要的點燃部位之位置誤差。譬如如
果由於將標靶滴粒輸送至固定式理想點燃部位時之標靶輸
送系統誤差而使雷射22聚焦至新部位28'，這甚至能夠利用
15 強度資料來偵測滴粒相對於一與某固定式理想點燃部位不
同的點燃部位28'(未圖示)之位置誤差，亦即完美地位於收
集器的焦點上。

亦將瞭解HeNe雷射束256、256a或256b的一者可定向
為如第4B圖所示高於紙平面，使其可偵測一標靶滴粒在抵
20 達點燃部位28之前通過一位置(未圖示)。此作用譬如可由回
饋控制器62及/或主控制器60用來計算譬如從高於點燃部
位28之滴粒路徑中的位置到譬如藉由三個偵測器262、262a
及262b的另兩者所偵測到之點燃部位28之一飛行時間。

譬如由於諸如262、262a及262b等偵測器的響應敏感

度、響應時間或類似物之限制，上述追蹤系統可能反應性不足或無法提供足夠資料或者無法夠快速地處理資料藉以至少以逐一滴粒方式根據本發明的態樣來達成標靶追蹤系統42之部分或全部的所需要功能。

5 成像裝置及偵測器256、256a及256b以及262、262a及262b之一者係可形成有譬如一長圓柱形透鏡以譬如第4A圖所觀看般地在點燃部位平面上方譬如形成一平面性偵測平面，譬如藉以偵測滴粒標靶94穿過平面。此情況中，可利用第5A圖示意顯示的一系統來補充或取代第4A及B圖所描
10 述之標靶追蹤系統的部分或全部態樣。

雷射束256、256a及256b可由與HeNe不同的雷射所產生，或者其譬如可使頻率加倍或增加以獲得譬如諧波，藉以譬如利用只對於特定頻率敏感的光電二極體能夠在偵測器262、262a及262b於偵測得的影像光之間作出區別，以譬
15 如消除偵測器262、262a及262b的交叉照明。

第5圖示意地顯示一可能的高解析度標靶追蹤系統42。第5圖示意地顯示點燃部位附近之交會，第1圖所示範之譬如三個成像攝影機70、72及74的視場270a、272a及274a，除了下列修改：第5圖中所有的攝影機視場係彼此交
20 會且可譬如皆在點燃部位28交會。如第5圖所示的範例中，各視場可彼此相互正交。第5圖亦顯示一個視場諸如270，其延伸回到譬如一可能身為諸如數位攝影機等成像攝影機72中之譬如一正方形陣列的偵測器像素270，譬如採用一正方形陣列270的像素，且其譬如各由數位攝影機技術所熟知

的電荷耦合元件或CMOS成像積體電路或單晶片CCD或CMOS成像器或類似物形成。

請瞭解，成像攝影機70、72及74譬如可由一如第4A及B圖或第9圖的上述平面交叉偵測器加以補充，或者另一攝影機係旨在具有位於點燃點上方的一視場，以譬如獲得點燃部位28上方之定位資訊及飛行時間資訊，以譬如計算譬如接近點燃部位28之譬如標稱滴粒的軌跡。

藉由此裝置，譬如能夠形成滴粒94的一影像，其譬如藉由來自陣列270之一概呈圓形群組的像素形成，且使用適當的影像處理軟體來追蹤橫越陣列之滴粒的“一團(blob)”影像。熟習影像處理及物件追蹤技術者將瞭解，橫越諸如270a、272a及274a等三個交會視場的此追蹤係可提供滴粒94抵達點燃部位28前之追蹤，並譬如藉由指示出標稱滴粒的實際位置與標靶點燃部位28之間的一位置誤差之回饋控制器62係將譬如可藉以產生一誤差訊號之資訊譬如提供至雷射瞄準系統68，其對於給定滴粒可以對於該特定標靶滴粒94之雷射束154的一瞄準點為基礎，譬如由於回饋控制，該瞄準點可能位於或可能不位於某預選的理想點燃點上諸如位於收集器焦點上，如此申請案所說明。

亦將瞭解，只有兩個攝影機可瞄準於點燃點28。並且，諸如70、72及74等攝影機的敏感度可使得一次只有一像素被標靶滴粒的影像所照明及/或使得視場270a、272a及274a可為很高解析度(低像素間距)藉以看見標靶滴粒，且視場亦相對較小，因此譬如在點燃部位28附近，譬如降低了顯著

地追蹤標靶滴粒的飛行軌跡之能力，使得點燃部位上方偵測標靶滴粒之使用狀況對於標靶追蹤系統42的整體運作更加重要。

標靶追蹤系統42的輸出尤其是在點燃部位28上或附近理想上係為有關標靶滴粒94之資訊，因此，譬如標靶追蹤回饋控制系統62可將資訊提供至主控制器60，此資訊譬如係相對於雷射束154的目前選定瞄準點指示出抵達點燃部位28前某時間之一標靶滴粒位置及軌跡、及譬如點燃部位28的所偵測標靶滴粒94之一預測抵達時間及該抵達時間的位置，藉以譬如可使目前選定的瞄準點移動至預測點。亦可能需要譬如實際觀察抵達點燃部位之標靶滴粒，及譬如雷射束154及特定標靶滴粒98在點燃部位28之交互作用，且也許亦包括離開點燃部位28的任何碎屑之成像。系統隨後可利用所有上述各項目來譬如產生回饋至諸如主控制器60，故主控制器60可具有產生控制信號以譬如修改藉由標靶形成/輸送系統24的標靶滴粒輸送之作用及/或譬如藉由控制聚焦光學裝置156來修改雷射束154之瞄準點的定位，且亦譬如藉由觸發用於譬如MO及PA室之磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路50、52中之脈衝功率系統共振充電器的初始充電來修改譬如瞄準點28之雷射束154的發射定時，以及MO及PA室的各別發射之觸發，譬如亦於標靶滴粒94抵達之定時在點燃部位28處來輸送束154中的雷射光脈衝。標靶滴粒94及雷射光156的脈衝必須抵達對於該滴粒94及該束156特別指定的點燃部位28，具有小於約10微米的一

合併位置誤差，所以雷射光的聚焦脈衝156係輻照整體標靶滴粒94而無任何滴粒位居低於某選定強度位準之脈衝156中能量的一空間性分佈以外，藉以譬如避免會譬如掘凹或塗覆及光學性劣化及/或損傷譬如EUV光源系統20中的反射表面之金屬性碎屑大塊。系統20譬如可提供一50微秒的前導時間來觸發適當的雷射22發射，特別是如果其為一MOPA組態尤然，譬如一KrF MOPA，其具有約1微秒的精確度，譬如在4 kHz重複率每250微秒一次，而對於10 kHz脈衝重複率每100微秒一次。滴粒94將譬如達到約20公尺每秒的速度且以6 kHz脈衝重複率分離約1公厘。

因為自一某類觸發信號的某發生來產生雷射脈衝束154將花費某些有有限的時間，且由於該時間的長度、以及諸如計算時間、追蹤裝置及電路時間等其他因素，現今的技術可能無法讓此觸發以逐一滴粒方式為基礎，特別是在譬如4 kHz或以上的較高重複率時尤然。此情況中，偵測系統42及回饋控制器譬如60、62可能必須仰賴譬如定時及位置控制及類似物，譬如基於在諸如最後x個滴粒數等一系列接連滴粒上將諸如滴粒定位及定時資訊加以平均，並作出有關後續滴粒譬如位於相距依此決定的平均位置之部分相對較慢變異的偏差內之假設。在此例中，系統將仍譬如需要點燃部位上方之一給定滴粒的位置/定時偵測，譬如供雷射系統22的發射控制所用。

現在參照第6圖，示意地顯示本發明的實施例之數個其他態樣，譬如包括冷指280、含有一壓力屏蔽件290及一真

空泵300的壓力介面之功能。圖中只顯示其一部分之冷指280係可由塗覆有鎂的銅板構成，其可如圖示呈彎曲狀且可愈朝向中間焦點40被較大距離所分離且可譬如藉由一熱交換器系統(未圖示)而成為水冷卻式且亦在冷指280內側具有

5 微通路(亦未圖示)，譬如如同將兩件熔合在一起以形成各冷指280所達成之作用，譬如如讓渡予本申請案的共同受讓人之2003年6月25日提交名稱為“用於冷卻磁性電路元件之方法及裝置”之共同審查中的美國專利申請案No.10/607,407號所顯示，該案的揭示以引用方式併入本文中。如第6圖部

10 分地示意顯示的這些冷指係可延伸於整體容器26，但一路聚焦至中間焦點或部分地回到容器26中的一中間壁282之EUV光的圓錐除外。其具有沉析出形成於電漿中或在從容器26中諸如氫等緩衝氣體擴張時隨著電漿所攜載的源原子之作用，使得這些原子不會沉析在EUV光源中的光學表面上。

15 第6圖亦顯示對於諸如中間焦點以外等EUV光源外部之一可能介面，其可能維持真空以限制EUV光的吸收。然而，基於各種不同的理由，可在其中產生EUV光之室的其他部分之真空係需要維持在一較高真空。介面可譬如包含一中介壁282及一壓力屏蔽件亦即一差異性泵送陷阱290，

20 其可設計成譬如讓EUV束透射至中間焦點同時從中介壁282的一側上之容器26部分到藉由諸如一真空泵300等超過中間焦點的包圍件維持真空或接近真空之另一側維持一壓降。差壓力陷阱可與讓渡予本申請案的共同受讓人之2003年12月18日提交名稱為“放電生成式電漿EUV光源”的共同

審查中美國專利申請案 No.10/742,233 號(事務所案號 No.2003-0099-01)所揭露之一形式的碎屑屏蔽件具有類似的構造方式，該案的揭示以引用方式併入本文中。其可構成具有供經聚焦 EUV 光通至中間焦點之通路，但其對於各通路具有夠小尺寸藉以可維持橫越差異性泵送陷阱之壓降。因此，差異性泵送陷阱 290 亦可譬如利用一諸如陶瓷材料等球型材料的一段所構成，且譬如經由一透鏡及一網目篩網來聚焦一雷射以譬如將聚焦路徑鑽過球型部分以讓 EUV 光通過，且同時維持壓降，亦如上述美國專利申請案 No.10/42,233 號所揭露。

現在參照第 6 圖，更詳細地顯示根據本發明的一實施例之一回饋及控制系統的態樣。

藉由一完整 2π 球面度多層收集器，由於幾何收集面積從 5 球面度增加至 2π 球面度，產生雷射來生成電漿所需要的電輸入功率可降低 25%。譬如，對於一以 KrF 受激準分子雷射為基礎的 LPP 源，譬如假設具有 2.0% 的雷射至 EUV 轉換(譬如以短波長的雙倍效率為基礎)、4% 的電性至雷射轉換、 2π 球面度收集及與 TRW/CEO 系統相同的 EUV 透射，所產生的電功率係為 227,272W，其可與一使用放電生成式電漿(DPP)的替代性途徑相提並論。譬如， $(2.0\%/1.0\%) \cdot (4.0\%/3.0\%) \cdot (2\pi \text{ str}/5\text{str})=3.3$ 係導致譬如優於目前公開的 TRW/CEO LPP 結果的數值之此改良量。

藉由此等可能的 CE 結果，亦可如下述估計出為了滿足中間焦點的譬如 100W EUV 光功率所需要之雷射功率：

	單橢圓形收集器	第二球型收集器	第二球型收集器
位於IF的頻帶內功率	100W	29W	60W
緩衝氣體透射	0.90	0.90	0.90
自收集器反射的功率	111W	32W	67W
收集器的平均反射率	0.50	$0.6 \times 0.50 = 0.30^2$	$0.6 \times 0.50 = 0.30^2$
入射在收集器上的功率	222W	107W	222W
收集器(5sr收集器)所對角之 2π sr比例	0.795	0.795	0.795
發射至 2π sr內之功率	279W	135W	279W
對於鋰的頻帶內CE	0.031	0.015^3	0.031^4
輸入雷射功率	9,017W	9,017W	9,017W

附註：

1. 第二球型鏡面(第2及3欄)的計算係從輸入雷射功率開始並往上進行以瞭解如果添加一第二球型鏡面將可取得何者額外的EUV功率。

2. 因為第二球型鏡面所反射的輻射隨後必須反彈離開主要的橢圓形鏡面，有效反射率係為兩鏡面的乘積。第二球型鏡面因為所有射線係以反向入射被反射而為一假設較高的平均反射率60%。

3. 此欄假設相較於朝向入射雷射束的方向只有一半的輻射在“往後”方向中發射。

4. 此欄假設“往後”方向中之發射係等於朝向入射雷射束的方向中之發射。

將第一及第二欄加總，可對於9,017W雷射功率在IF得到129W的EUV，其譬如代表只需要6,989W的雷射功率。對於第1及3欄作相同動作，導致只需要5,636W雷射功率來在IF抵達100W之結論。其仍為大量的雷射功率，但並不位於譬如得自諸如TRW等的結果中所描述之20,000-40,000W範圍中。在第二球型鏡面與原本增加的雷射功率之間係呈現一種可能的經濟性取舍關係。

申請人已經考慮譬如一鋰標靶/KrF驅動式LPP之情況，且初步結論在於：傳給中間焦點之大致所有輻射(在藉由一光電二極體偵測器的一實驗中加以模擬)係為頻帶內13.5奈米輻射或為UV-可見光輻射。由於使用一多層鏡面(MLM)收集器配置(亦只由一扁平MLM加以模擬)，並不具有頻帶外EUV。亦似乎不具有位於40至130奈米之間的區域中之顯著輻射。此外，成為頻帶內13.5奈米輻射之轉換效率似乎係比成為UV-可見光區域內者更高4.3倍。然而，這些需求在130至400奈米中似乎只有位於13.5奈米的頻帶內者百分之一(1%)之能量，但根據申請人的初步實驗測量，UV-可見光範圍係包含頻帶內13.5奈米輻射之22%的能量。然而，其大部分似乎為UV-可見光範圍而在670成為來自中性鋰的一強烈紅線，及120奈米至9000奈米範圍的其他光。此外，申請人係以實驗測量出來自EUV源點周圍之所有點的輻射，而譬如具有申請人所想見組態之真正的源係將具有一橢圓形成像鏡面及一位於中間焦點的開孔，其後者可譬如阻絕來自區域的所有輻射遠離EUV源點。

對於譬如具有一MLM主要收集器之所有LPP系統，MLM的窄頻帶反射率可應付10至40奈米範圍，而不同於譬如具有一掠射入射收集器之DPP系統，其中譬如所有EUV輻射係再成像至中間焦點，因而此範圍可能對於譬如不具有光譜濾器之頻帶外輻射構成問題，其可譬如比操作一沒有光譜濾器之系統者更進一步地減小CE，特別是對於錫及氬電漿源發射元件材料尤然。然而，這對於鋰則不成立。同理對於40至130奈米範圍亦然，因為LPP系統中的MLM主要收集器亦在此區域中呈現出低的反射率，但一DPP中的掠射入射收集器可在40至130奈米區域中具有相對較高的反射率。

在130奈米與400奈米之間，MLM主要收集器就像頻帶內13.5奈米輻射同樣地具有反射性，因此，譬如，源必須在此波長範圍中發射相較於頻帶內能量更小100倍的能量。此限制主要係基於大部份EUV光阻對於此波長範圍及13.5奈米具有敏感性之事實所致。雖然曝光工具中的MLM係與頻帶內13.5奈米可同樣良好地反射400至800奈米範圍，光阻並不具敏感性因此只有鏡面加熱成為議題。因此，此系統可在此範圍中容忍與13.5奈米的頻率內相等之數量。因為MLM對於800奈米以上的波長具有高度反射性，但光阻對於這些波長並不敏感，800奈米以上範圍似乎將具有與400至800奈米範圍相同的限制。就一以YAG為基礎的LPP而論，1064奈米係包括在此最後範圍中，因此，如果800奈米範圍以上需要如此，成為頻帶內13.5之2%轉換效率可

伴隨只具有0.001%的雷射散射。

從上文可得知CE及頻帶內CE為何如此重要。

申請人的實驗已經對於固體錫及鋰標靶提供下列結果以供比較之用：

	錫	鋰
雷射輸入能量	165 mj	165 mj
佔輸入能量百分比之來自電漿的總共4 π 發射 (所有波長)	80-88%	15-20%
佔輸入能量百分比之來自電漿的UV-可見光4 π 發射 (150奈米至9000奈米)	3%	0.8%
佔輸入能量百分比之來自電漿的EUV 4 π 發射 (Zr過濾頻帶，6.5奈米至17奈米)	20-25%	5-7%

5

現在參照第7A-C圖，顯示根據本發明的一實施例之態樣的一用於靜電拘限諸如雷射生成式電漿等電漿之裝置及方法。如第7A圖所示，一細針310可設置為延伸入點燃部位28附近。針310在第7A至7C圖中顯示為從一與穿過雷射束154聚焦光學裝置156的來臨雷射光154脈衝呈相對之方向延伸，但熟習該技術者瞭解，此特定定向只供示範而針亦可從其他定向延伸至如圖示的點燃部位鄰近處。

針310譬如可設有一高電壓源譬如負高電壓312且譬如被諸如身為雷射觸發控制部的一部分之整體系統控制器60所控制，以協調一負高電壓脈衝的提供對於一標靶滴粒94的抵達以及雷射脈衝154提供至點燃部位28之作用，俾以在點燃部位上藉由來自雷射束154的輻照使標靶滴粒點燃時或剛點燃後，靜電場314係形成為拘限或幫助拘限由標靶滴粒94的輻照所生成之電漿316。這可具有數項有利結果，譬

如限制或大致免除電漿所生成的碎屑抵達譬如收集器光學裝置，維持夠小的電漿以增加標靶滴粒材料的解離藉以改良CE，亦即有助於在雷射脈衝154的全體輻照期間維持電漿316的電漿密度。

- 5 電壓可譬如約為1000，其應足夠生成一能夠保持具有高達約1 keV能量的離子亦即位於電漿離子範圍中之電場。此外，譬如藉由負電荷的電子被導入針310內開始形成電場，電漿的正電荷係由於標靶材料的解離而可被夠大範圍地吸引至針而足以使靜電場314保持不會一直形成或相對較快速地悶熄靜電場314。為抵銷此作用，申請人提議對於電壓供應器312提供一相對較大的電容器，譬如一排的電容器，其譬如並聯以可能將電容合併至譬如100 μF 或甚至更大，藉以將足夠負電荷相對較快地傾倒至針310內以防止可能的電荷離子形成於電漿中而在點燃時或點燃之後防止靜電場進行電漿的預定拘限。
- 10
- 15

- 本發明的一實施例之態樣的上文描述係僅供示範而申請專利範圍不應視為侷限於所揭露的實施例。可對於所揭露的實施例作出許多改變及修改而不脫離本發明之範圍與精神。第8A圖示意地顯示一用於在點燃之後將電漿拘限於點燃部位28附近中之磁性裝置及方法。第8A圖顯示譬如由一對板磁鐵326、328所建立之磁場320。第8B圖顯示用來示意地顯示一環磁鐵322的磁場之磁場線320，其作用在於拘限一當一標靶被一諸如第8C圖的154等雷射束所輻照時形成於點燃部位28之電漿。第8B圖亦顯示對於諸如皆由譬如
- 20

疊思特爾公司(Dexter Corporation)製成名品“Permag type NdFeB40”及“Permag type SmCo22”的一釹鐵硼磁鐵或一釹鈷磁鐵等永久性磁鐵使用冷卻，其譬如呈現一環磁鐵322的形式，而譬如使用譬如包含流動的諸如水等冷卻液體之冷卻線圈324。第8C圖示意地顯示由一四極(quadrupole)配置329所建立之場320。

現在參照第8A-G圖，示意地顯示本發明的一實施例之態樣。磁場320亦可由脈衝式電流建立，譬如第8D-G圖的實施例所示。第8D圖中，顯示第8B圖的環磁鐵之電性均等物的示意圖，其中譬如具有由譬如流過導線的線圈之脈衝式電流所建立之一磁場320，該電流係以在330流入紙平面內及在331離開紙平面之電流作為代表。同樣地，第8E圖顯示一實施例，其中線圈沿著磁場產生器長度分佈故在兩端任一者皆有較多繞阻來建立一概呈瓶形的磁場。同樣地，在第8E圖中，可譬如藉由使線圈中的電流流向從一端至另一端呈交替狀亦即令電流流在一端以一方向且在另一端以另一方向傳播通過線圈，來建立此相同形狀的場320，基於類似目的，可使用一概呈球形的線圈配置，譬如第8G圖示意地顯示。

藉由施加一譬如約1特斯拉(Tesla)的磁場於點燃部位附近而在雷射生成式電漿的區域中生成一場，譬如因為依據電漿各別部分附近的磁場形狀及強度而定，電漿擴張至少可在部分方向中減慢，故電漿可至少部分地受到拘限。此輔助拘限可具有數種利益，特別是對於雷射輻照的一移

動標靶尤然。譬如，輻射離子隨後係傾向於經歷更大的輻射週期，因此發射更大輻射。更多的雷射能隨後可轉換成輻射而非譬如離子擴張能，導致入射雷射成為EUV光之一較高CE。

- 5 磁場及用以生成此磁場之機構318係可方便地排列為包圍在點燃部位的場之一適當部分內並允許諸如一滴粒等標靶及輻照雷射束近接點燃部位。根據本發明的一實施例，雷射電漿區係在雷射束輻照並點燃磁場中的標靶滴粒時形成。雖然場一般可約為1特斯拉，申請人可預想其位於
- 10 約0.2到10特斯拉之間的範圍。場可利用上述永久性磁鐵或以如上述諸如一通過傳導線圈的高(仟安培)脈衝式電流等上述脈衝方式產生。此一脈衝產生式磁場可譬如以微秒時間尺度產生並在標靶滴粒受到來臨雷射脈衝的輻照時間(譬如數十奈秒(ns)左右)全程中保持大致固定。在該時間
- 15 中，譬如，橫越磁場線的電漿擴張係減慢且沿著場線的動作未顯著地減慢，也許引發電漿不穩定性之淨效應係被譬如CE增加的作用所超過。

- 較高的磁性壓力係譬如增加了電漿中的碰撞頻率，其可造成比不具有磁場時具有更小容積更熱的電漿。因此，
- 20 依據標靶材料及電漿特徵，EUV及其他物件中係發射更大的輻射。一種可能的實施例係使用一橫向磁場，如第8A圖所示。另一者在點燃部位周圍或附近使用一強力環磁鐵或磁性線圈，其可譬如沿標靶滴粒傳播路徑產生磁場線且譬如在點燃部位28附近導致軸向拘限。一較佳實施例係為一

譬如第8C、E、F及G圖所示的組態，譬如其中形成一磁性陷阱，譬如其中標靶離子對於橫向(相對於譬如第8C圖所示的標靶滴粒路徑)受到拘限。

根據本發明的一實施例之一態樣，磁場生成機構，譬如諸如326、328等一永久性磁鐵的極柱係可能必須相對較接近LPP，譬如在極柱之間約有10公厘間隙。可能無法或難以譬如藉由極柱之間的長距離來生成夠高的磁場強度。對於一接近途徑組份之此種需求譬如係會減損LPP的一最大優點，亦即不具有電極侵蝕，或在此例中譬如為永久性磁鐵侵蝕。申請人已經檢查譬如噴嘴距離以確保似乎約為50公厘左右的位置穩定性。為了減輕諸如噴嘴及永久性磁鐵等這些組件的侵蝕問題，申請人提議譬如接受侵蝕但譬如藉由譬如以鈿或鈦來塗覆所有的接近途徑元件令侵蝕處成為一可接受的材料。利用此方式，譬如，有可能掉落在收集器鏡面上之這些組件的經侵蝕材料將不會快速地劣化鏡面反射率。並且，譬如，這兩種材料可望對於鋰離子的噴濺具有高抵抗性。

現在參照第9圖，顯示有關回饋及控制之本發明的一實施例之一態樣的方塊圖，其譬如提供六度的回饋及控制，亦即用來導向標靶滴粒之三軸控制及用來導向雷射之三軸控制。請瞭解雷射束可譬如利用諸如雷射束輸送單元所使用之束指向及定位控制加以導向，其譬如描述於共同審查中之2003年12月17日提交名稱為“氣體放電雷射光源束輸送單元”的申請案 No.10/739,961(事務所案號 No.2003-

0082-01)、2003年11月12日提交名稱為“具有束輸送之雷射微影源”的申請案 No.10/712,688(事務所案號 No.2002-0039-06)、及2003年4月29日提交名稱為“具有束輸送及束指向控制之微影雷射”的申請案 No.10/425,361(事務所案號 No.2003-0040-01)。第9圖以方塊圖格式示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣所採用之各種不同的控制迴路。譬如具有根據本發明的一實施例之態樣係可使用在一EUV光源中之數種不同的致動器，其譬如可使用在一控制系統組態中。位於譬如10 kHz的重複率時，滴粒將以每100微秒一次的方式抵達，並以約10至30公尺/秒移行，故雷射束將必須以相同速率來輻照一所需要的標靶點燃點。雷射束可聚焦成比標靶滴粒略微更大，該滴粒可約為10至50微米直徑，具有諸如 ± 10 微米等某程度的瞄準公差，然而，束聚焦尺寸中所實施的誤差公差程度愈高，則輻照滴粒標靶之功率將愈低，且其在一方波函數(square function)中係減小。然而，滴粒在輻照期間若仍持續有任何移動，亦將只移動數十分之一微米。

一組致動器可譬如包括譬如可由諸如電極或線圈組(未圖示)所產生之x及y軸磁場，電極或線圈組譬如包含在一標靶導向及加速機構360中，其用以生成可譬如將一諸如鋰滴粒94等標靶導向至與雷射束的正確攔截點(所需要的點燃點)之磁場。其可譬如藉由一組電極(未圖示)加以實行，但其他實行方式可能利用多組電極來提供更好的軌跡控制。此外，可具有譬如生成一z軸磁場之一組電極(未圖示)，

其譬如用以使諸如一鋰滴粒等標靶沿著z軸加速。請瞭解此
瞄準及加速功能亦可由排列在路滴粒徑中之電線圈加以實
行，以使滴粒譬如朝向或遠離一各別線圈偏向及/或沿著一
線圈的長度加速。如此技術所瞭解，加速及偏向可為磁性
5 引動或靜電性。標靶導向可採用諸如歐爾姆(M.Orme)等人的
的“作為直接寫入技術之帶電熔融金屬滴粒沉積”，MRS
Spring Meeting, 舊金山(2001)及歐爾姆(M.Orme)等人的“自
毛細流分解所形成的非傳統滴粒流之靜電充電及偏向”，
Physics of Fluids, Vol. 12, No. 9 (2000年9月), pp.
10 2224-2235，其揭示以引用方式併入本文中。

滴粒譬如可諸如藉由將一電荷環放置在標靶輸送系統
24的噴嘴220周圍而帶電。因為滴粒很小，滴粒上的電荷分
佈可視為相對較均勻，然而，電荷仍傾向於累積在較高曲
率的點上，故如果有任何滴粒扭曲皆將更改電荷分佈。為
15 了將此列入考慮，根據本發明的一實施例之一態樣，滴粒
可穿過一介於標靶輸送系統24與導向及加速機構360之間的
的差異性電荷分析器(未圖示)，其譬如可包含用於使滴粒在
相反方向偏向之一對電極，其偏向差異係為電荷不均勻性
的一種測量方式。此位移差異可利用本申請案所討論的偵
20 測器(未圖示)加以偵測。系統350可利用電荷不均勻性的量
值來控制導向及加速機構360中之滴粒的x及y偏向、以及z
軸加速度。

根據本發明的一實施例之態樣，雷射束系統22、包含
一MO 44及一PA 48之兩室受激準分子雷射源係可譬如以電

壓控制模式操作，其中控制系統350控制器362譬如可提供電壓命令至作為致動器的MO及PA，以調節離開EUV源20的能量。或者，MOPA 22可譬如以一固定能量模式操作，在該例中，控制系統可提供能量命令至MOPA，該MOPA譬如可為用來調節離開EUV源20的能量之致動器。控制系統可提供一雷射觸發信號至雷射系統22以作為一提供雷射脈衝的致動器，藉以譬如控制所需要的滴粒點燃部位處之雷射脈衝的抵達時間。另一替代方式中，可利用譬如將一發射控制信號直接地傳送至申請人的受讓人銷售之譬如XLA雷射型號中的雷射定時控制系統中所採用之MOPA TEM，藉以自控制器362來控制雷射。可聯合地或分開地以命令來掌控電壓控制及輸出能量控制信號。

根據本發明的一實施例之態樣，對於上述的一位置偵測感測器之追蹤係以配合及/或添加方式在第9圖所示的EUV源20控制系統350中提供譬如數個不同的感測器，以譬如使用於一控制組態中。範例中，光電管組譬如一第一x軸光電管陣列364及一第二x軸光電管陣列365及一第一y軸光電管陣列366及一第二y軸光電管陣列367譬如係可排列成垂直於滴粒路徑，並可用來譬如決定滴粒軌跡，譬如係藉由譬如相較於離開標靶輸送系統24之後x及y光電管陣列364、366的點上之一預測的x及y軸位置來決定滴粒的x及y位置、或者藉由偵測陣列364、366上及陣列365、367上之滴粒的x及y位置、並比較兩者、得知兩者之間的距離而加以決定。x及y光電管陣列364、366x及y光電管陣列365、367

皆不需共面，但其可方便地呈共面。另一替代方式係利用各別陣列來決定感測器364、365、366及/或367處之滴粒抵達時間，其可譬如用來作為一z平面交叉指示。如上文所說明，這些偵測器364-367可譬如由側邊成像雷射加以實行。

- 5 其可在譬如每一滴粒通行時加以讀取，且可在一選定時間時間中提供成為一輸出，譬如陣列中各光電管所偵測之光的一積分值，其中譬如這些照明強度的倒數之峰值係指示出可能只有20左右個光電二極體(像素)長度的光電二極體陣列上之一位置，其指示出可供光電二極體陣列定向之軸
- 10 線中的滴粒中心位置。請瞭解時間分域中的此峰值，或者也許來自光電二極體陣列之整合信號的光譜之前導或尾端邊緣係亦可指出一z平面交叉時間。

- 以添加或取代方式，譬如上述之一或多個諸如HeNe雷射等z軸雷射係可用來譬如測量當一滴粒交叉諸如370、
- 15 372、374或376等束時之時間，該束可包含一定向在z軸平面中的平面性束，亦即位於與從標靶配送系統24到點燃部位28的諸如一鋰滴粒等標靶移行呈橫向之方向中。根據本發明的一實施例之態樣，可具有諸如370、372、374及376等多個此等z軸偵測平面譬如用來控制施加至磁場的脈衝
 - 20 定時，且其譬如包含在滴粒導向及加速機構360中。滴粒交叉諸如370、372等一各別束的平面之後，磁場可譬如以一固定間隔呈脈衝式。此外，可具有定位成較接近所需要的點燃點之束374、376。可利用此束374的交叉來造成束交叉之後使雷射系統22以一或多種程式化間隔被觸發。亦可利

用諸如370、372及374等複數個z軸雷射平面的交叉，來譬如決定滴粒速度。可譬如使用偵測器364a、366a及365a、367a提供導向及加速機構360下方之軌跡及/或速度偵測。亦瞭解，譬如對於雷射觸發可能只需要使用一個平面交叉，

5 且譬如，可使用雷射控制系統64本身來控制MO與PA之間的定時以在此觸發信號之後以某經界定的時間間隔將一定時成為與標靶94同時抵達之雷射脈衝有效地輸送至點燃部位28，如同MOPA雷射定時控制系統的技術中所熟知。

根據本發明的一實施例之態樣，譬如當一滴粒移動經過諸如364、366等一x或y軸光電管陣列的平面時，電壓胞(voltage cell)將在光電管的輸出上產生一譬如指示出各光電管(未圖示)的光強度位準之電壓圖案且此資訊可譬如提供至控制器362。隨後控制器362可使用一演算法將此資訊轉變成如上述譬如x及y平面中的一滴粒位置。在可接受解決方案及可負擔成本之可取得的先進光電管陣列下，如同

15 此等光電二極體在雷射波長及頻寬偵測領域之使用範圍所瞭解，演算法將必須譬如達成比諸如364、366等陣列中光電管(未圖示)間距更高的測量精密度。此外，根據本發明的一實施例之態樣，演算法亦可能能夠譬如利用諸如364、366

20 等x、y偵測器的輸出來測量滴粒尺寸及滴粒變形，譬如藉以偵測滴粒在兩軸線中的寬度。

根據本發明的一實施例之態樣，可能具有譬如兩種可能階段的位置控制。第一階段中，可使用x及y光電管陣列364、366、365、367來譬如決定進入滴粒導向及加速機構

- 360中的x及y軸磁場電極之前之滴粒的z平面位置，及滴粒軌跡。控制系統362隨後可利用此資訊譬如對於目前滴粒及也許亦對於下個後續滴粒譬如調整在電極(未圖示)處施加之場的尺寸。第二階段中，譬如可使用x及y光電管陣列364a
- 5 及366a來譬如決定穿過滴粒導向及加速機構中的x及y軸磁場之後及譬如在所需要的點燃部位與雷射束交會之前的滴粒位置。譬如可利用此資訊譬如對於接連的射擊來調整x及y磁場，以譬如調整先前抵達點燃部位的滴粒中之任何位置誤差。
- 10 亦可使用z軸雷射平面偵測器374、376或x及y軸光電管陣列364a及366a、及365a及367a、或其一組合來譬如決定譬如離開滴粒導向及加速機構360中的z軸磁場之後的滴粒速度及軌跡。然後可利用此作用譬如以抵達所需要點燃部位之一先前射擊中對於一滴粒偵測得的標靶位置及/或速
- 15 度誤差為基礎，譬如對於接連的標靶來調整z軸磁場。此外，譬如只包括單一光電二極體元件(像素)之譬如一對偵測器(未圖示)係可被各別一對的束加以照明，該對束的一者係穿過一點或很接近所需要的標靶點燃部位、而一者恰位於該者上方以譬如藉由阻擋住兩個各別偵測器(未圖示)各者
- 20 的滴粒前導邊緣而譬如盡可能接近所需要的標靶點燃部位地來偵測標靶速度。此作用可譬如用來指示出譬如由於一先前滴粒標靶點燃對於一電漿生成之影響、磁場影響或類似因素，在所需要的標靶點燃部位處或其很靠近處發生於標靶滴粒中之速度變化。

亦可譬如將一顫動施加至對於譬如受激準分子標靶輻照雷射之能量設定點。顫動信號可為隨機性或為週期性。顫動譬如可與諸如EUV輸出能量作交叉分析以決定EUV輸出對於電漿形成雷射的能量輸出之敏感度。譬如可使用此

5 資訊來縮放電漿形成雷射能量控制迴路中之命令以使迴路增益保持固定。

根據本發明的一實施例之態樣，可具有兩雷射系統22，其各將一雷射脈衝提供至所需要的點燃部位，同時抵達的時間，此情況下，可測量各雷射脈衝對於一恰在滴粒

10 交會之前的點之抵達時間。譬如可利用此數值來調整相對於交叉最後z軸雷射束平面的滴粒之各雷射的觸發時間。並且，在使用兩雷射22之案例中，可將獨立顫動信號施加至各受激準分子雷射22的觸發時間。這些顫動可與EUV輸出作交叉分析，譬如藉以決定EUV能量對於各受激準分子雷

15 射的觸發時間之敏感度。各受激準分子雷射的觸發時間隨後可獨立地調整，以將敏感度驅迫至零且因此使EUV效率達到最大。

根據本發明的一實施例之另一態樣，可使用上述感測器來決定一標靶位置及軌跡並預測雷射脈衝的可能路徑中

20 之一所需要的點燃部位及提供回饋以控制雷射22瞄準至雷射定位及聚焦光學裝置(未圖示)內或雷射定位及聚焦光學裝置(未圖示)的瞄準或如上述使用束指向之作用，藉以造成在一譬如可能與一先前點燃部位不同但仍位於相距收集器

30焦點的一可接受距離內而不顯著地減損所收集的EUV光

之預測的理想交會點(預測的理想點燃部位)上各別滴粒受到雷射束脈衝之交會及輻照。亦可在一相對較慢的回饋迴路中達成此作用，亦即並非基於逐一射擊方式，以矯正標靶點燃部位處之平均抵達時間及位置的一緩慢漂移之系統指示。因此，隨著時間經過，譬如由於譬如緩衝氣體壓力等容器內的操作環境之改變，所需要的標靶點燃部位可能輕微地移動，停留在譬如相距收集器30焦點約 ± 10 微米位置誤差內而仍以可接受的位準來產生EUV光。假設導向機構由於環境變化而無法平均地將標靶滴粒導引至諸如位於收集器30焦點處等原始標靶點燃點，上述系統可用來偵測隨著時間經過的此變化及將雷射焦點重新導引至新的理想標靶點燃點。

亦可利用諸如2003年4月8日提供名稱為“極遠紫外線光源”的共同審查中美國專利申請案No.10/409,254號(事務所案號2002-0030-01)所揭露的技術來達成標靶輸送，該案的揭示以引用方式併入本文中。

現在參照第10圖，顯示本發明的一實施例之態樣，其包含一形成於室容器26的一壁中之輸入窗380，雷射束146經由輸入窗380到達點燃點28。窗380譬如可被加熱以譬如藉由蒸發來移除鍍覆在窗上的碎屑，諸如來自電漿的鋰、錫或氫原子等。可譬如利用一附接至窗380安裝凸緣的金屬體部之外部加熱附件、或譬如可以一鏡面384反射至窗380上之一諸如紅外線熱燈等加熱燈382，譬如藉由一加熱元件來加熱窗380。鏡面384可如第10圖所示譬如背離雷射電

漿，藉以避免該鏡面384表面位居一對於電漿之直接視線中。這譬如可防止來自電漿的顆粒衝擊在此鏡面384反射性表面上。

5 熟習該技術者將瞭解可對於本發明的實施例之上述態樣作出許多修改及變化，而申請專利範圍不應解釋為只限於所揭露的實施例，而是包括此等實施例及其均等物。

【圖式簡單說明】

第1圖顯示根據本發明的一態樣之一雷射生成式電漿EUV光源之一整體廣泛概念的示意圖；

10 第1A圖示意地顯示根據本發明的一實施例之一態樣的系統控制器之操作；

第2A圖顯示從一幅照點燃點朝向根據本發明的一實施例之一收集器的一實施例來觀看根據本發明的一態樣之一EUV光收集器的一實施例之側視圖；

15 第2B圖顯示第2A圖的實施例沿著第2A圖的線2B之橫剖視圖；

第3圖以示意形式顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一標靶輸送系統之一可能的實施例；

20 第4A及B圖示意地顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一標靶追蹤系統之一可能的實施例，其中第4A圖係為實施例的一態樣之示意側視圖而第4B圖為實施例的一態樣之平面圖；

第5圖顯示根據本發明的一實施例之一態樣的一標靶追蹤系統之一替代性實施例的態樣之示意立體圖；

第6圖顯示包括用於收集碎屑的冷指之根據本發明的一實施例之一態樣的橫剖視圖；

第7A-C圖顯示根據本發明的一實施例之一態樣之一用於靜電拘限一諸如雷射生成式電漿等電漿之裝置及方法；

5 第8A-G圖示意地顯示本發明的一實施例之態樣；

第9圖顯示有關回饋及控制之本發明的一實施例之態樣的方塊圖；及

第10圖顯示本發明的一實施例之態樣。

【主要元件符號說明】

14...雷射光源束

20...雷射生成式電漿EUV光源

22...雷射,雷射光源,雷射束系統,雷射系統,脈衝式雷射系統,主振盪器-功率放大器(MOPA)

24,92...標靶輸送系統

26...室,室容器

28...點燃點,點燃小區,點燃部位

28'...新部位

30...收集器

40...中間焦點

42...標靶位置偵測系統,標靶追蹤系統

44...MO,振盪器雷射,振盪器雷射系統

48...PA...,放大器雷射系統,雷射系統放大器雷射

50...振盪器雷射磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路

52...PA磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路,放大器雷射系統

磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路

54...脈衝功率定時監測系統,光外出偵測裝置

55...雷射光學軸線

56...脈衝功率監測系統,光外出偵測裝置

60...主控制器,系統控制器,控制器系統,整體系統控制器,EUV光源控制器系統,回饋控制器

62位置回饋系統,回饋控制器,標靶位置偵測回饋系統,偵測器,監測及控制系統

64...發射控制系統,監測及控制系統

65...發射控制系統

66...雷射束位置及方向控制系統,雷射束定位系統,監測及控制系統

68...雷射位置及方向改變器,雷射瞄準系統

70,72,74...成像攝影機,滴粒成像器

75,78...成像線

76...成像器,成像線

80...點

90...標靶輸送系統控制器

94...標靶滴粒

94a,94b...位置

100...EUV光源偵測器

110...預抵達追蹤及定時系統

112...標靶軌跡計算系統

114...輻照部位時間性及空間性誤差計算系統

115...時脈匯流排

- 116...系統時脈
- 118,120...共振充電器部
- 122...共振充電器引發信號
- 126,128...壓縮電路部
- 130,132...觸發信號
- 134...位置信號
- 136...軌跡信號,位置信號
- 138...空間性誤差信號
- 140...時間性誤差信號
- 146,155...雷射束
- 150...收集器鏡面
- 152...開孔
- 154...輻照雷射束
- 156...雷射光,雷射光的聚焦脈衝,聚焦光學裝置
- 180...碎屑屏蔽件
- 182...通路,薄板
- 184...狹窄的平面性徑向延伸通路
- 190...射線
- 192...反射射線
- 200...標靶形成/輸送裝置
- 202...體部
- 204...蓋
- 206...內部腔穴
- 210...匣加熱器

- 212...源
- 220...噴嘴
- 222...窄化部
- 224...液體物流,輸出物流
- 226...噴嘴開口,噴嘴輸出,擾動器
- 240...標靶形成系統位置控制器,標靶輸送系統位置控制器
- 250,256a,256b...氦-氖(HeNe)雷射
- 252...光學裝置
- 254...束
- 256...氦-氖(HeNe)雷射,聚焦光學裝置
- 260,260a,260b...聚焦光學裝置
- 262,262a,262b,364a,365a,366a,367a...偵測器
- 270...視場,正方形陣列,正方形陣列的偵測器像素
- 270a,272a,274a...成像攝影機的視場
- 280...冷指
- 282...中介壁,中間壁
- 290...差異性泵送陷阱,壓力屏蔽件
- 300...真空泵
- 310...細針
- 312...負高電壓
- 314...靜電場
- 316...電漿
- 318...用以生成磁場之機構
- 320...磁場,磁場線

322...環磁鐵

324...冷卻線圈

326,328...板磁鐵,磁場生成機構

329...四極配置

330...流入紙平面內之電流

331...離開紙平面之電流

350...EUV源20控制系統,標靶追蹤及導向系統

360...標靶導向及加速機構

362...控制系統

364...第一x軸光電管陣列

365...第二x軸光電管陣列

366...第一y軸光電管陣列

367...第二y軸光電管陣列

370,372...z軸偵測平面,束

374,376...z軸雷射平面偵測器,z軸偵測平面,束

380...輸入窗

382...加熱燈

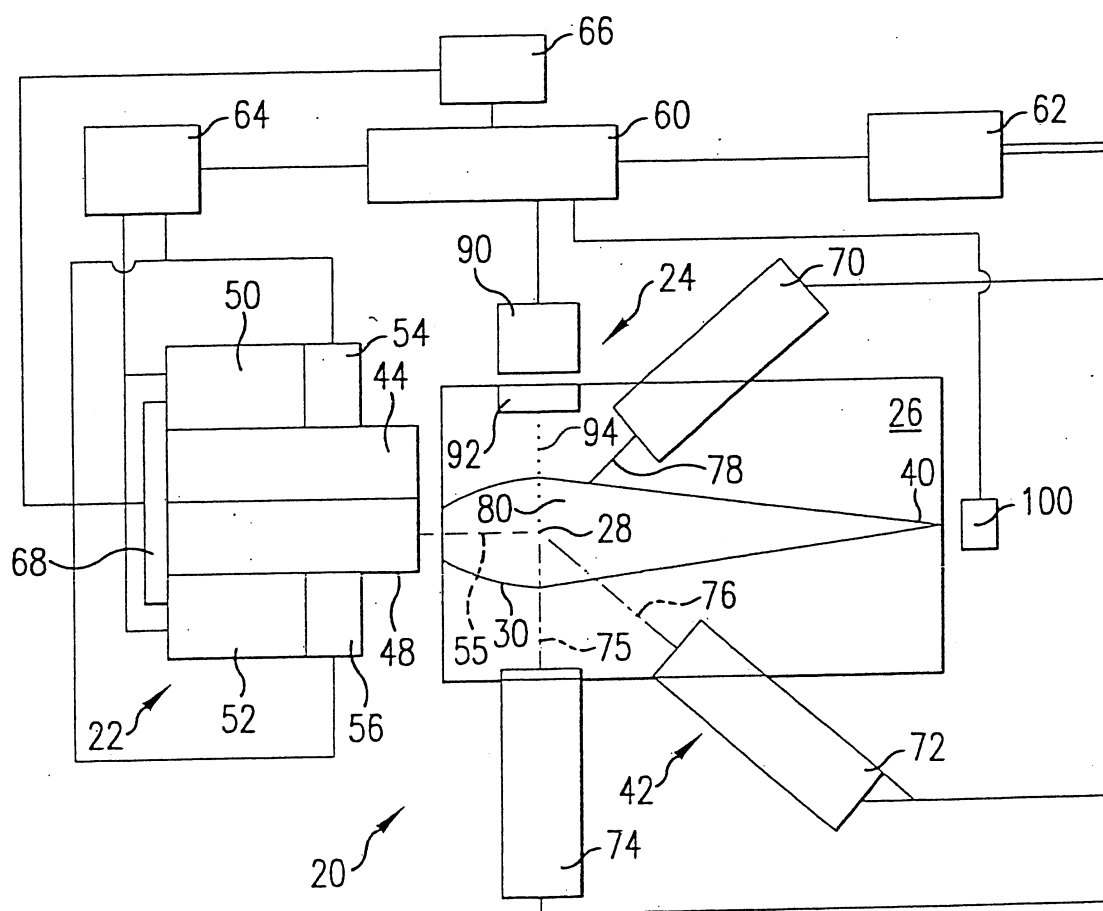
384...鏡面

五、中文發明摘要：

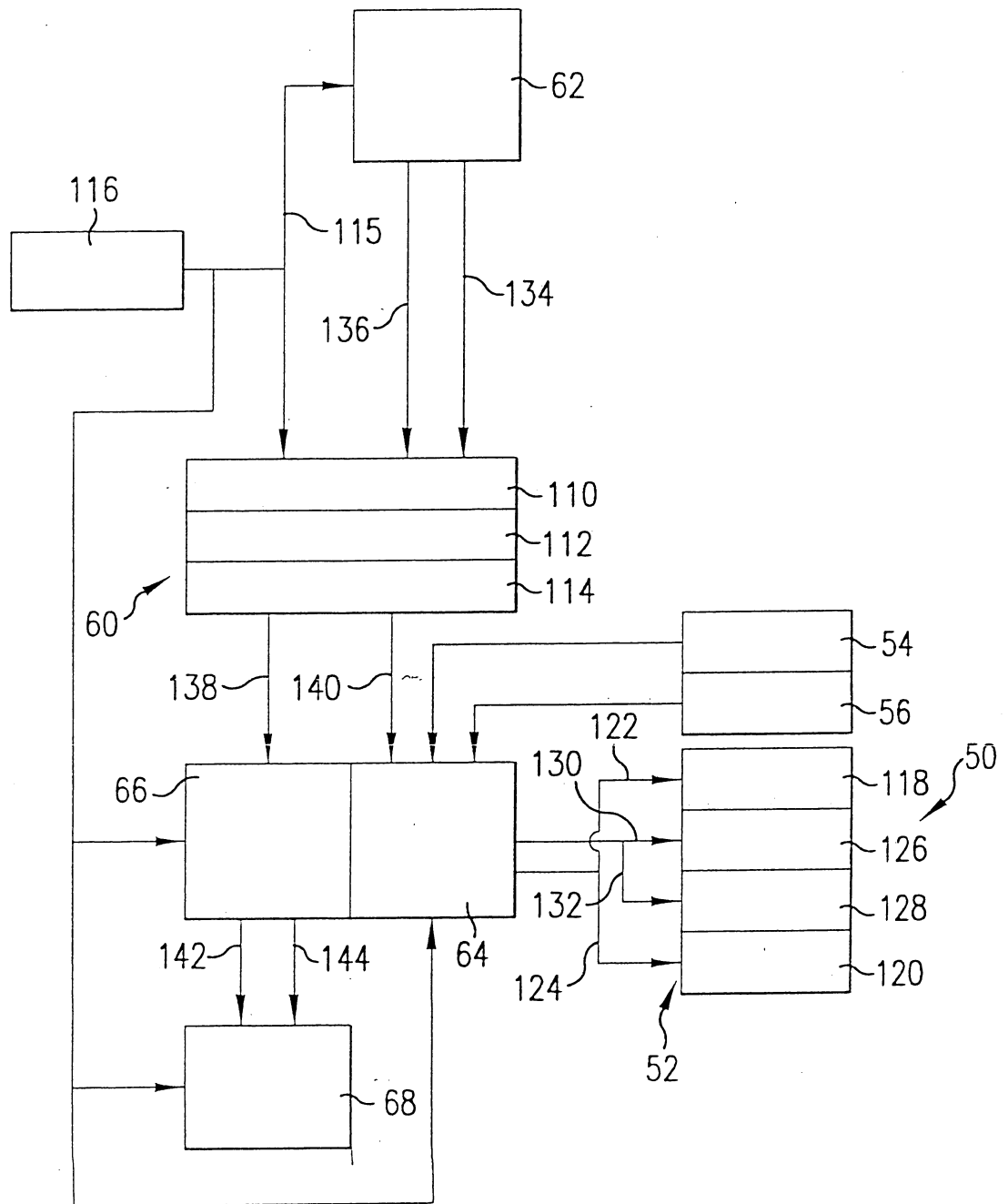
本發明係揭露一極遠紫外線(EUV)光源裝置及方法，其可包含一脈衝式雷射，該脈衝式雷射以一選定脈衝重複率提供聚焦在一所需要的標靶點燃部位上之雷射脈衝；一標靶形成系統，其提供具有與雷射脈衝重複率協調的一選定間隔之離散的標靶；一標靶導向系統，其介於標靶形成系統與所需要的標靶點燃部位中間；及一標靶追蹤系統，其提供關於標靶在標靶形成系統與標靶導向系統之間運動之資訊，而能夠使標靶導向系統將標靶導引至所需要的標靶點燃部位。標靶追蹤系統係可提供能夠生成一雷射發射控制信號之資訊，並可包含一具有一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與標靶的一投射輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測標靶通過各別點之各別相對配置的光偵測器，或一含有對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自光源的光係與標靶的一投射輸送路徑相交，其至少一者可包含一平面攔截偵測部件。滴粒偵測器係可包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器，或一具有一視場及用於使視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。此裝置及方法可包含一靜電電漿圍堵裝置，其在點燃時於一標靶點燃部位上或附近提供一電性電漿拘限場，其中標靶追蹤系統提供一能夠控制靜電電漿圍堵裝置之信號。此裝置及方法可包含一具有一中間壁之容器，該中間壁具有一可讓EUV光通過並維持一橫越低壓陷阱的差壓力之低壓陷阱。此裝置及方法可包含一磁性電漿拘限機構，其在標靶點燃部位附近生成一磁場以將電漿拘限至標靶點燃部位，其可為脈衝式且可利用來自標靶追蹤系統的輸出加以控制。

六、英文發明摘要：

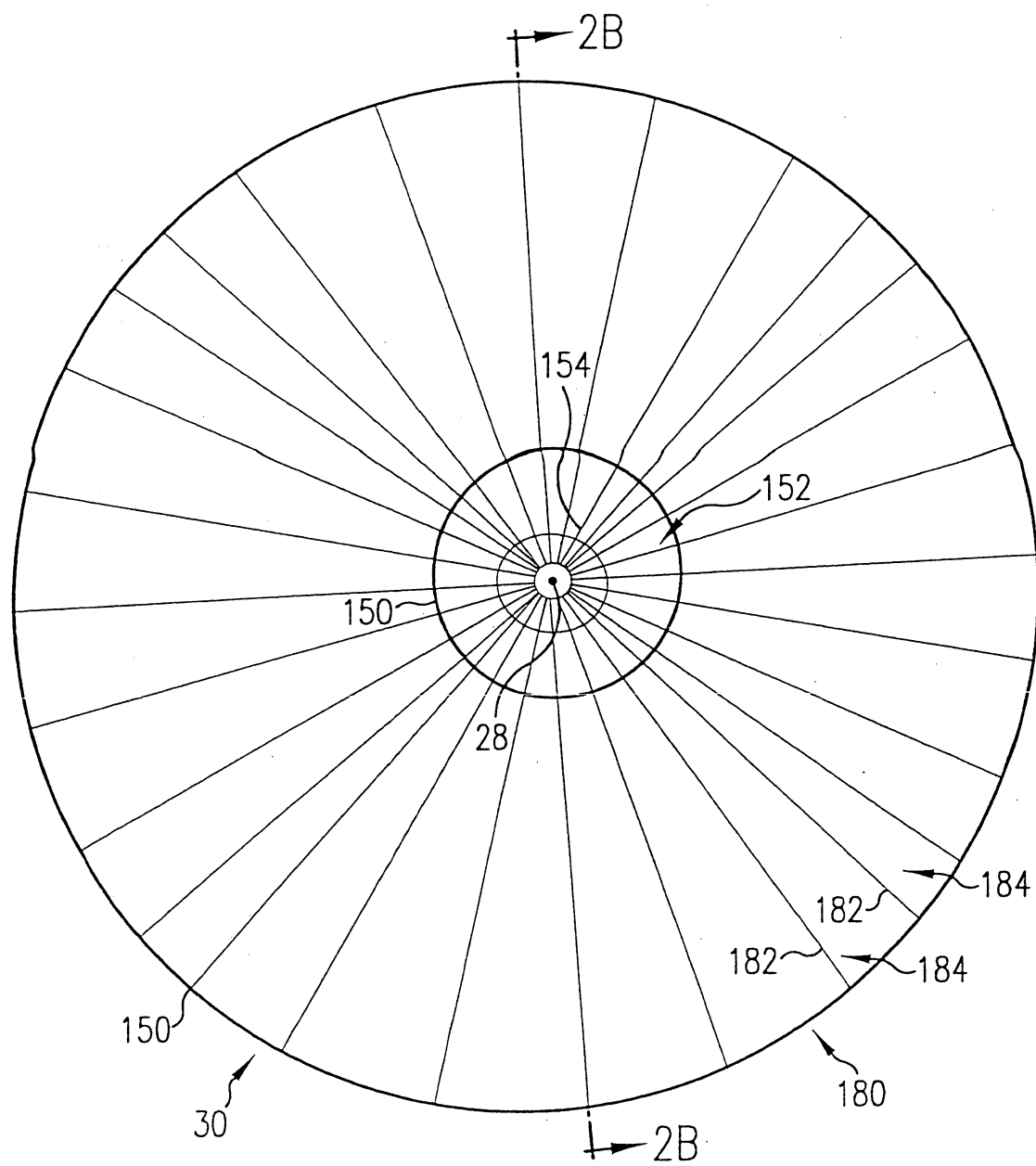
An EUV light source apparatus and method are disclosed, which may comprise a pulsed laser providing laser pulses at a selected pulse repetition rate focused at a desired target ignition site; a target formation system providing discrete targets at a selected interval coordinated with the laser pulse repetition rate; a target steering system intermediate the target formation system and the desired target ignition site; and a target tracking system providing information about the movement of target between the target formation system and the target steering system, enabling the target steering system to direct the target to the desired target ignition site. The target tracking system may provide information enabling the creation of a laser firing control signal, and may comprise a droplet detector comprising a collimated light source directed to intersect a point on a projected delivery path of the target, having a respective oppositely disposed light detector detecting the passage of the target through the respective point, or a detector comprising a linear array of a plurality of photo-sensitive elements aligned to a coordinate axis, the light from the light source intersecting a projected delivery path of the target, at least one of the which may comprise a plane-intercept detection device. The droplet detectors may comprise a plurality of droplet detectors each operating at a different light frequency, or a camera having a field of view and a two dimensional array of pixels imaging the field of view. The apparatus and method may comprise an electrostatic plasma containment apparatus providing an electric plasma confinement field at or near a target ignition site at the time of ignition, with the target tracking system providing a signal enabling control of the electrostatic plasma containment apparatus. The apparatus and method may comprise a vessel having and intermediate wall with a low pressure trap allowing passage of EUV light and maintaining a differential pressure across the low pressure trap. The apparatus and method may comprise a magnetic plasma confinement mechanism creating a magnetic field in the vicinity of the target ignition site to confine the plasma to the target ignition site, which may be pulsed and may be controlled using outputs from the target tracking system.



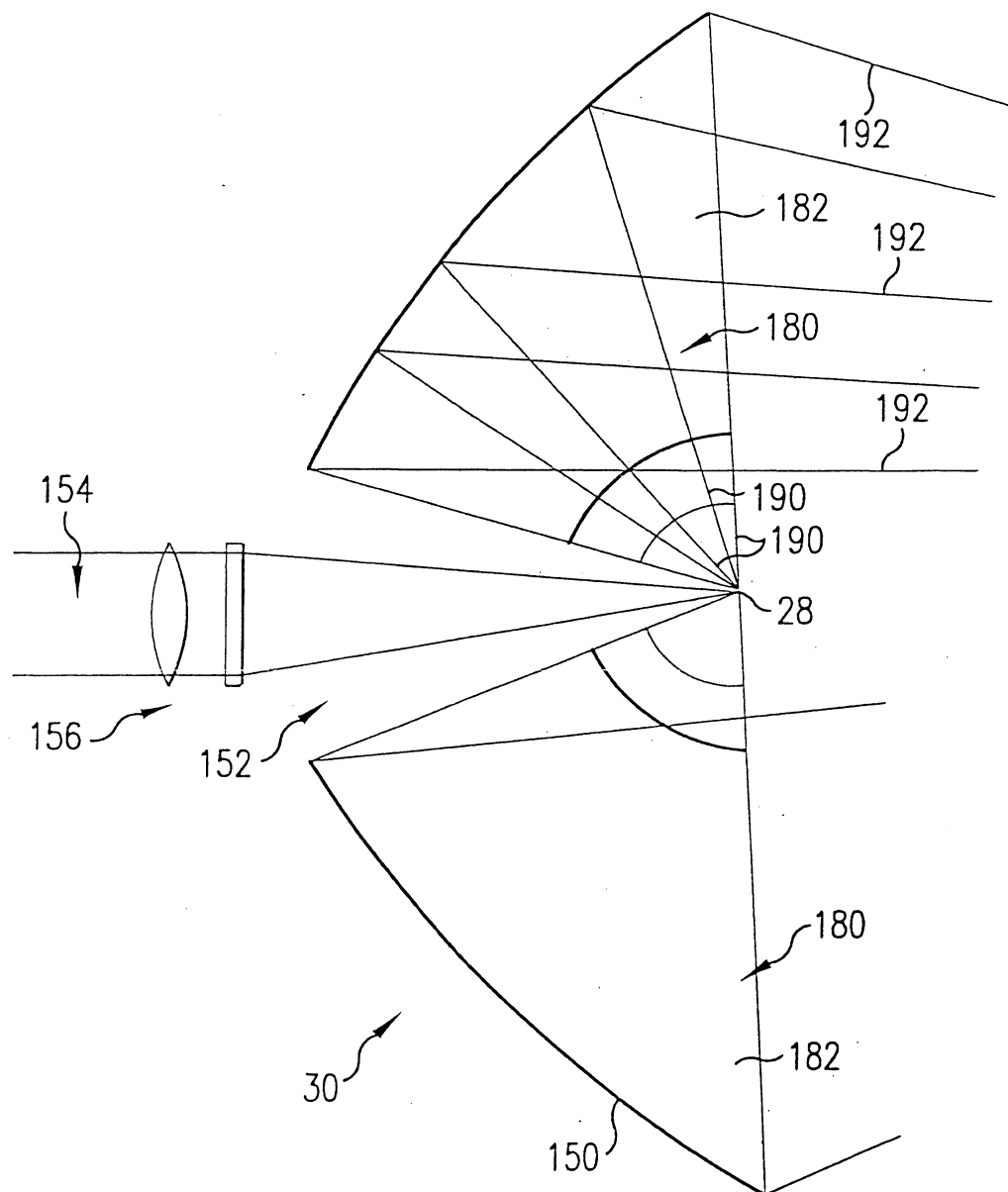
第 1 圖



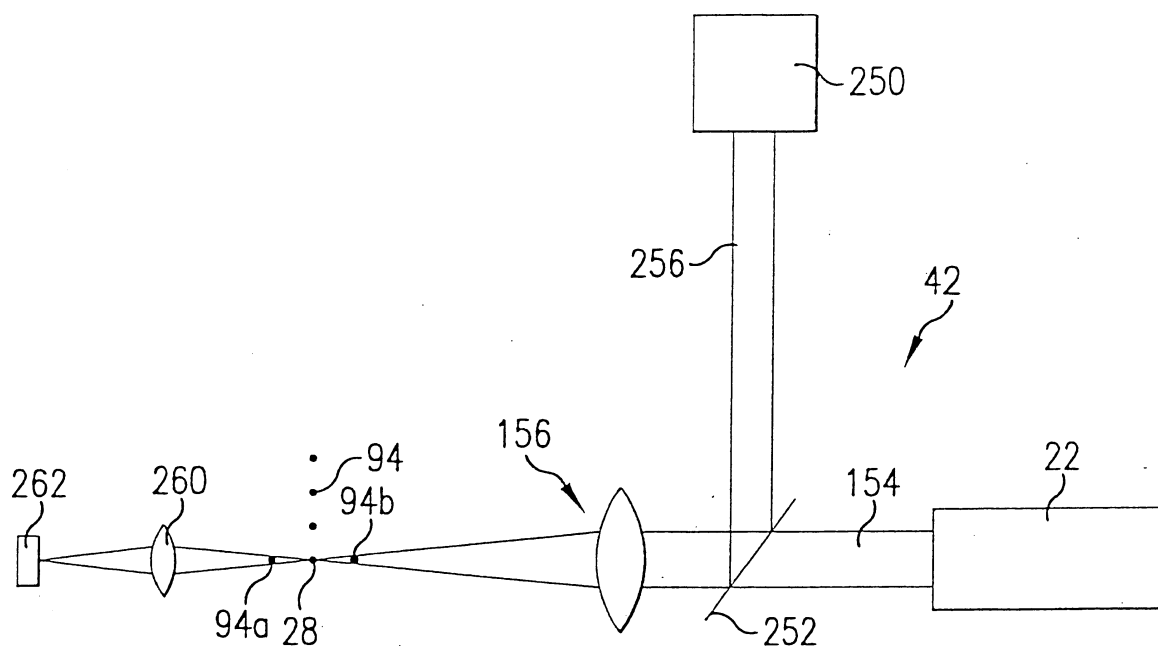
第 1A 圖



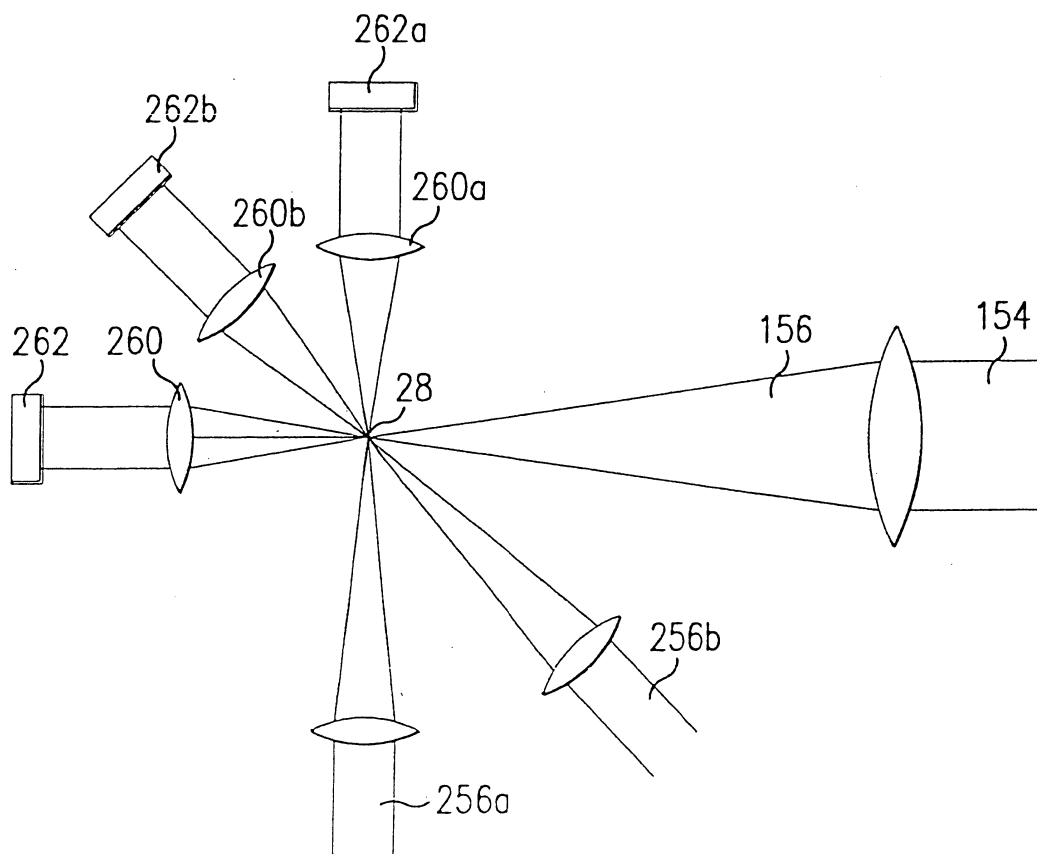
第 2A 圖



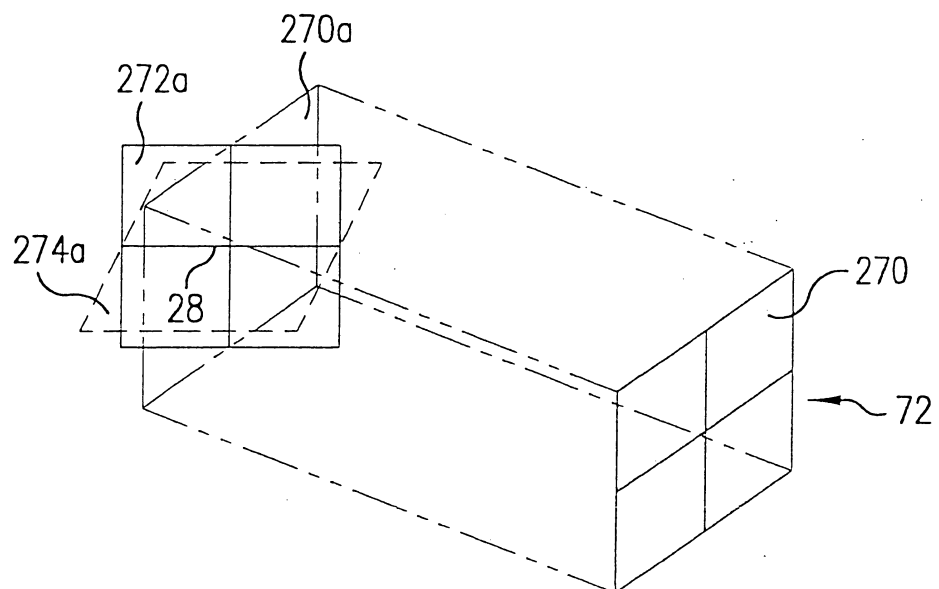
第 2B 圖



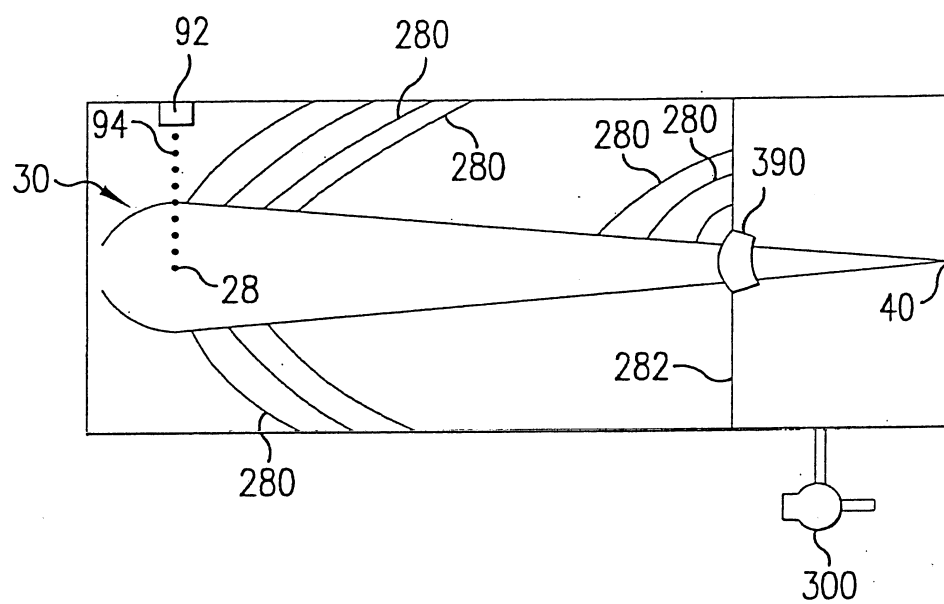
第 4A 圖



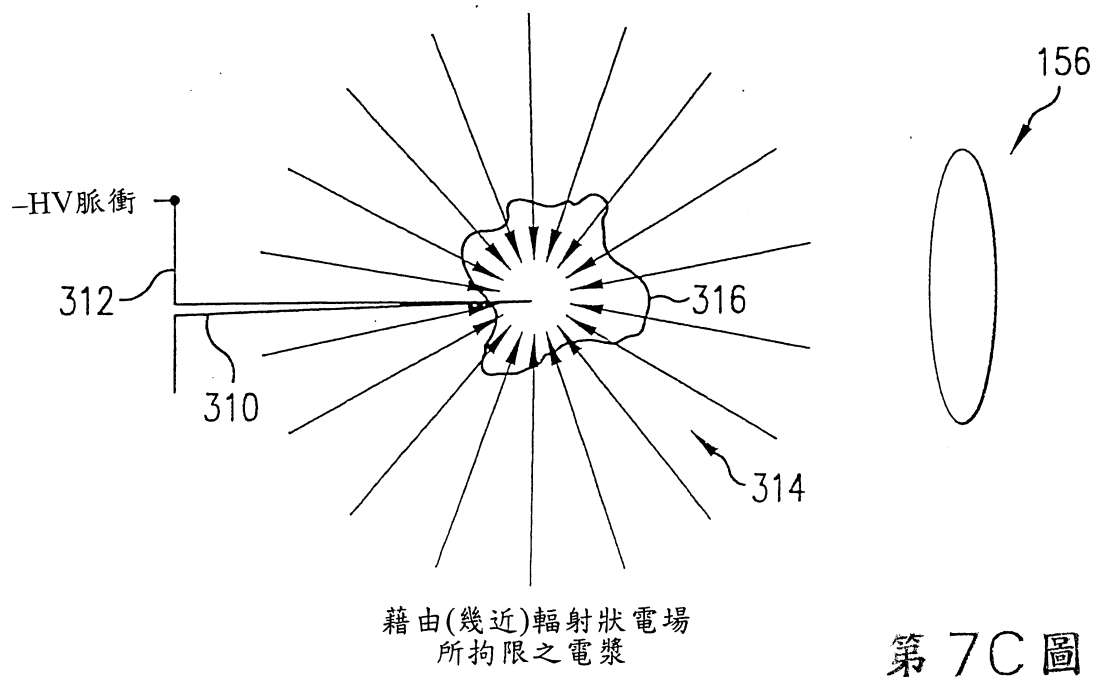
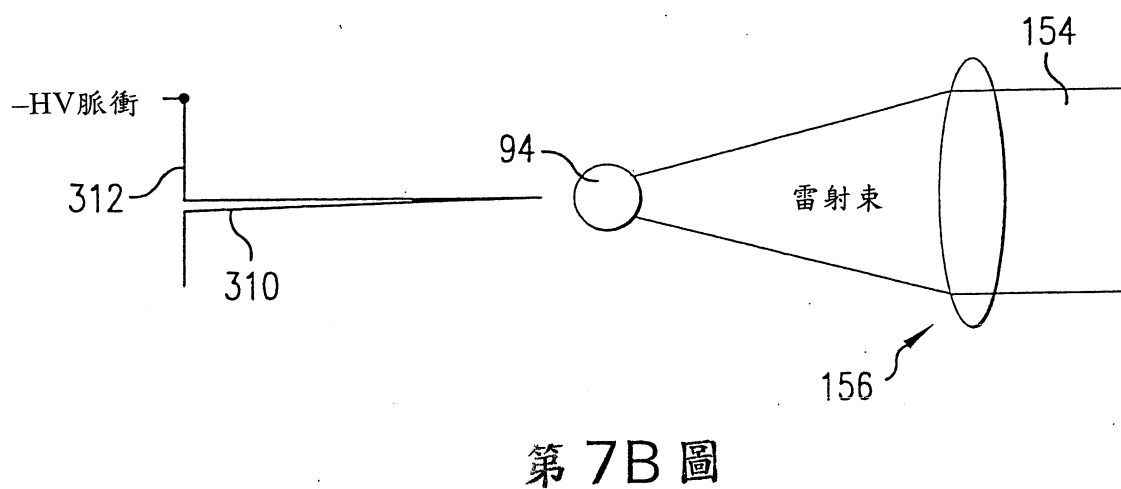
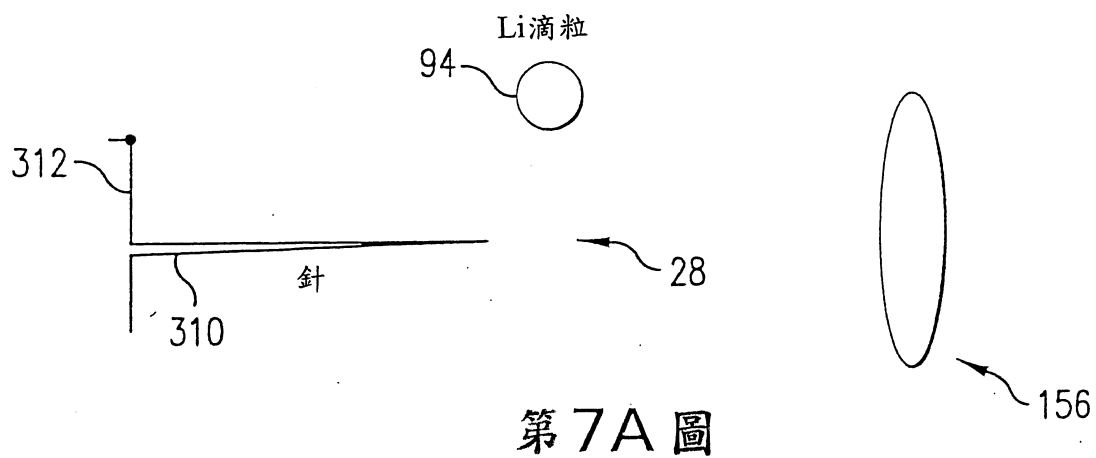
第 4B 圖

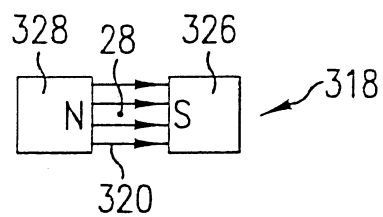


第 5 圖

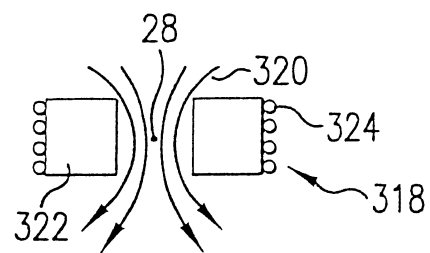


第 6 圖

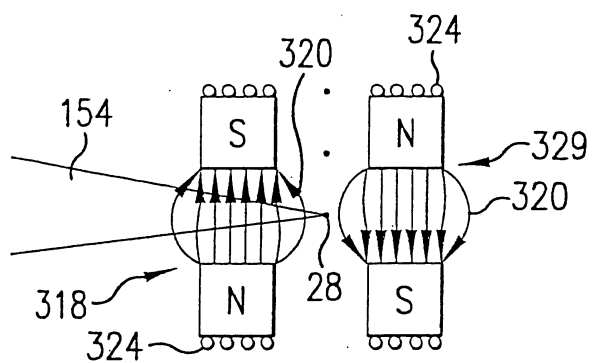




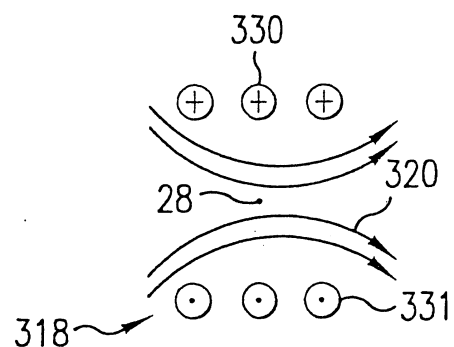
第 8A 圖



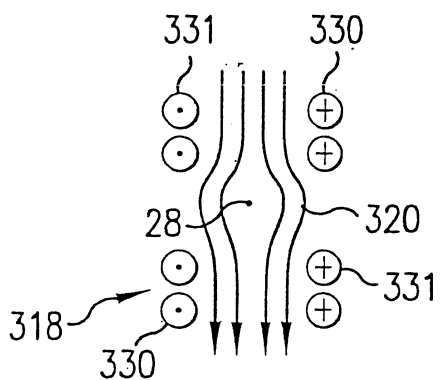
第 8B 圖



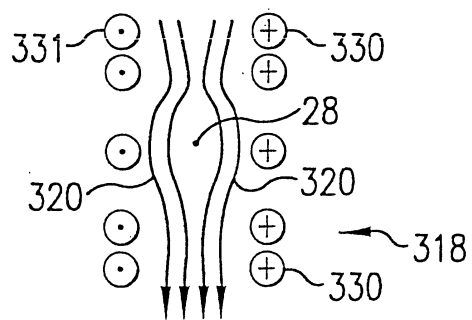
第 8C 圖



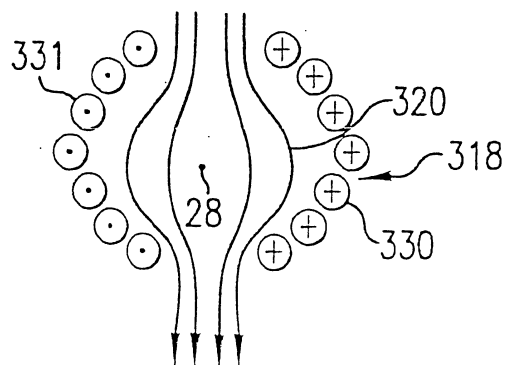
第 8D 圖



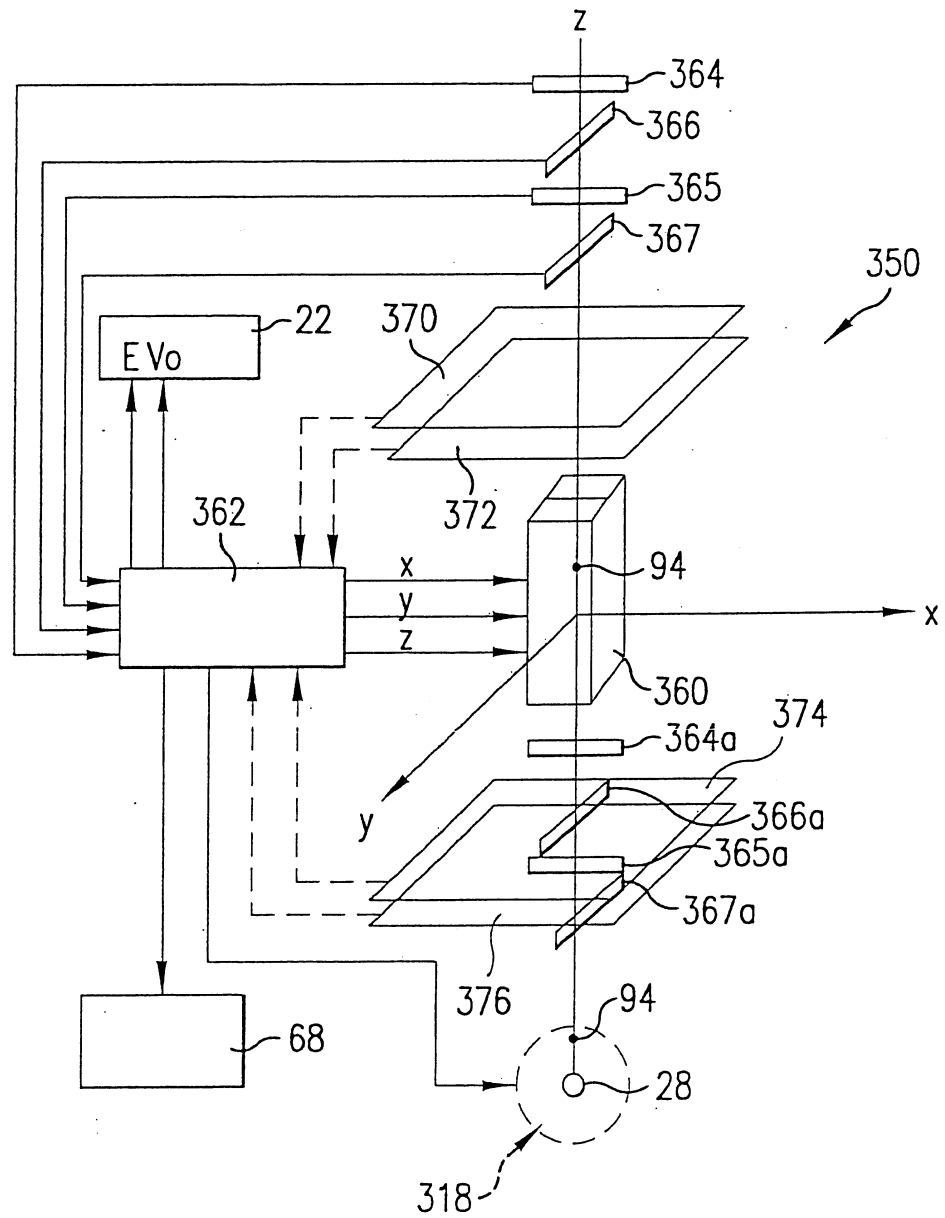
第 8E 圖



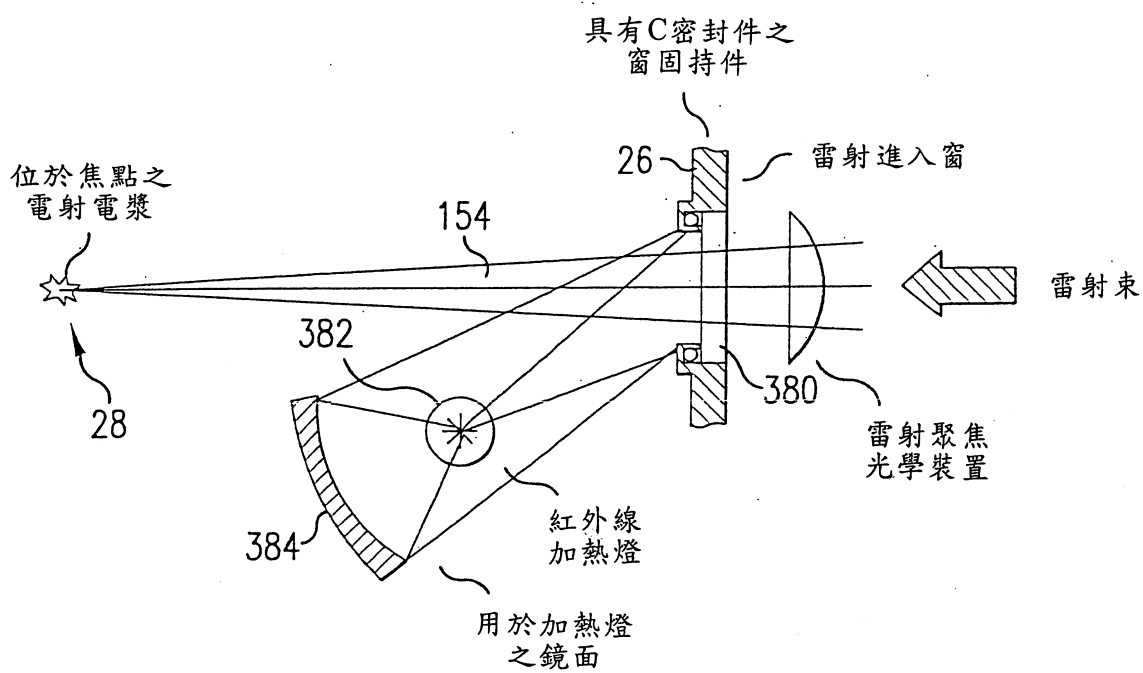
第 8F 圖



第 8G 圖



第 9 圖



第 10 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20...雷射生成式電漿EUV光源
 22...雷射,雷射光源,雷射束系統,雷射系統,脈衝式雷射系統,主振盪器-功率放大器(MOPA)
 24,92...標靶輸送系統
 26...室,室容器
 28...點燃點,點燃小區,點燃部位
 30...收集器
 40...中間焦點
 42...標靶位置偵測系統,標靶追蹤系統
 44...MO,振盪器雷射,振盪器雷射系統
 48...PA...,放大器雷射系統,雷射系統放大器雷射
 50...振盪器雷射磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路
 52...PA磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路,放大器雷射系統磁性反應器切換式脈衝壓縮及定時電路
 54...脈衝功率定時監測系統,光外出偵測裝置
 55...雷射光學軸線
 56...脈衝功率監測系統,光外出偵測裝置
 60...主控制器,系統控制器,控制器系統,整體系統控制器,EUV光源控制器系統,回饋控制器
 62...位置回饋系統,回饋控制器,標靶位置偵測回饋系統,偵測器,監測及控制系統
 64...發射控制系統,監測及控制系統
 66...雷射束位置及方向控制系統,雷射束定位系統,監測及控制系統
 68...雷射位置及方向改變器,雷射瞄準系統
 70,72,74...成像攝影機,滴粒成像器
 75,78...成像線
 76...成像器,成像線
 80...點
 90...標靶輸送系統控制器
 94...標靶滴粒
 100...EUV光源偵測器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

十、申請專利範圍：

1. 一種EUV光源，包含：

一脈衝式雷射，其以一選定脈衝重複率提供聚焦在一所需要的標靶點燃部位上之雷射脈衝；

5 一標靶形成系統，其以與該雷射脈衝重複率協調的一選定間隔來提供離散的標靶；

一標靶導向系統，其介於該標靶形成系統與該所需要的標靶點燃部位中間；

10 一標靶追蹤系統，其提供關於該標靶在該標靶形成系統與該標靶導向系統之間運動之資訊，而能夠使該標靶導向系統將該標靶導引至該所需要的標靶點燃部位。

2. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統係提供能夠生成一雷射發射控制信號之資訊。

15 3. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

20 一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

4. 如申請專利範圍第2項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相

交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

5. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

5 一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

6. 如申請專利範圍第2項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

10 一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

7. 如申請專利範圍第3項之EUV光源，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

15 8. 如申請專利範圍第4項之EUV光源，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

9. 如申請專利範圍第5項之EUV光源，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

10. 如申請專利範圍第6項之EUV光源，進一步包含：

20 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

11. 如申請專利範圍第3項之EUV光源，進一步包含：

該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

12. 如申請專利範圍第4項之EUV光源，進一步包含：

該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

13. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，進一步包含：該標靶追蹤系統包含：

5 一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

14. 如申請專利範圍第2項之EUV光源，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

10 一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

15. 一種雷射生成式電漿EUV源，包含：

一靜電電漿圍堵裝置，其在點燃時於一標靶點燃部位上或附近提供一電性電漿拘限場。

15 16. 如申請專利範圍第15項之雷射生成式電漿EUV源，進一步包含：

一標靶追蹤系統，其提供一能夠控制該靜電電漿圍堵裝置之信號。

17. 一種EUV光源，包含：

一容器；

20 一EUV生成電漿產生器；

一收集器，其將所生成的EUV光聚焦至一位於該容器的一端點之中間焦點；

一中間壁，其在該電漿產生器與該中間焦點之間位於該容器內，該中間壁中具有一EUV光通道且將該容器

分隔成一具有一第一壓力的區及一具有一第二壓力的區；

該EUV開口中具有一低壓陷阱，該低壓陷阱係包含供用於經聚焦的EUV光之通道且構成可由於該第一壓力與該第二壓力之間的差異維持住橫越該低壓陷阱之壓降。

18. 如申請專利範圍第17項之EUV光源，進一步包含：

該低壓陷阱係包含一其中形成有聚焦細微光通道之固體球型的一段。

19. 一種EUV光源，其具有一以規則間隔提供標靶之離散標靶形成系統，包含：

一第一標靶追蹤系統，其提供指示出來自該標靶形成系統之一標靶的追蹤之輸出，該等標靶追蹤系統輸出係包含一標靶位置及軌跡；

一標靶導向系統；

一回饋及控制系統，其利用標靶位置及軌跡輸出將輸入提供至該標靶導向系統以使該標靶導向系統能夠將該標靶導向至一所需要的標靶點燃部位。

20. 如申請專利範圍第19項之EUV光源，進一步包含：

一第二標靶追蹤系統，其提供指示出來自該標靶導向系統之一標靶的追蹤之輸出；

該回饋及控制系統係利用該第二標靶追蹤系統的輸出來產生一雷射發射控制信號。

21. 如申請專利範圍第19項之EUV光源，進一步包含：

該標靶導向系統包含一標靶瞄準機構及一標靶加速機構。

22. 如申請專利範圍第20項之EUV光源，進一步包含：

5 該標靶導向系統包含一標靶瞄準機構及一標靶加速機構。

23. 如申請專利範圍第19項之EUV光源，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向系統以及該標靶導向系統與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

10

24. 如申請專利範圍第20項之EUV光源，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向系統以及該標靶導向系統與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

15

25. 如申請專利範圍第21項之EUV光源，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向系統以及該標靶導向系統與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

20

26. 一種EUV光源，其包含一移動的標靶電漿源及一脈衝式雷射電漿束形成機構，其中該各別標靶及該脈衝式雷射束係以一約 ± 10 微米的精確度在一所需要的標靶點燃部位處相交以生成一電漿，該EUV光源包含：

一磁性電漿拘限機構，其在該標靶點燃部位附近生成一磁場以將該電漿拘限至該標靶點燃部位。

27. 一種EUV光源，其包含一移動的標靶電漿源及一脈衝式雷射電漿束形成機構，其中該各別標靶及該脈衝式雷射束係必須以一約 ± 10 微米的精確度在一所需要的標靶點燃部位處相交以生成一電漿，該EUV光源包含：

一脈衝式磁性電漿圍堵機構，其在該標靶點燃部位附近生成一大致與該電漿的存在呈現重合之磁場以在該電漿的存在期間將該電漿圍堵至該標靶點燃部位。

28. 如申請專利範圍第26項之EUV光源，進一步包含：

一標靶追蹤系統，其提供能夠控制該磁性電漿拘限機構之資訊。

29. 如申請專利範圍第27項之EUV光源，進一步包含：

一標靶追蹤系統，其提供能夠控制該磁性電漿拘限機構之資訊。

30. 一種EUV光源，包含：

一脈衝式雷射構件，其用於以一選定脈衝重複率提供聚焦於一所需要的標靶點燃部位上之雷射脈衝；

一標靶形成構件，其用於以一與該雷射脈衝重複率協調之選定間隔來形成離散的標靶；

一標靶導向構件，其介於該標靶形成構件與該所需要的標靶點燃部位之間；

一標靶追蹤構件，其用於提供有關該標靶在該標靶形成構件與該標靶導向構件之間運動之資訊，且用於使

該標靶導向構件能夠將該標靶導引至該所需要的標靶點燃部位。

31. 如申請專利範圍第30項之EUV光源，進一步包含：

5 該標靶追蹤構件係包括用於提供能夠生成一雷射發射控制信號的資訊之構件。

32. 如申請專利範圍第30項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

 一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

10

33. 如申請專利範圍第31項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

 一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

15

34. 如申請專利範圍第30項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

20 一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

35. 如申請專利範圍第31項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

36. 如申請專利範圍第32項之EUV光源，進一步包含：

5 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

37. 如申請專利範圍第33項之EUV光源，進一步包含：

 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

38. 如申請專利範圍第34項之EUV光源，進一步包含：

 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

10 39. 如申請專利範圍第35項之EUV光源，進一步包含：

 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

40. 如申請專利範圍第32項之EUV光源，進一步包含：

 該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

15 41. 如申請專利範圍第33項之EUV光源，進一步包含：

 該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

42. 如申請專利範圍第30項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

20 一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

43. 如申請專利範圍第31項之EUV光源，進一步包含：

 該標靶追蹤構件包含：

 一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視

場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

44. 一種EUV光生成方法，包含：

利用一脈衝式雷射，其以一選定脈衝重複率提供聚焦於一所需要的標靶點燃部位上之雷射脈衝；

5 以一與該雷射脈衝重複率協調之選定間隔來形成離散的標靶；

利用一介於該標靶形成與該所需要的標靶點燃部位之間之標靶導向系統；

10 利用一標靶追蹤系統，其提供有關該標靶形成與該標靶導向系統之間的標靶運動之資訊，且用於使該標靶導向系統能夠將該標靶導引至該所需要的標靶點燃部位。

45. 如申請專利範圍第44項之方法，進一步包含：

15 利用該標靶追蹤系統，提供能夠生成一雷射發射控制信號的資訊。

46. 如申請專利範圍第44項之方法，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

20 一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

47. 如申請專利範圍第45項之方法，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

一包含一準直光源之滴粒偵測器，該準直光源係被

導引成為與該標靶之一投射的輸送路徑上之一點相交，具有一用於偵測該標靶通過該各別點之各別相對配置的光偵測器。

48. 如申請專利範圍第44項之方法，進一步包含：

5 該標靶追蹤系統包含：

一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

49. 如申請專利範圍第45項之方法，進一步包含：

10 該標靶追蹤系統包含：

一包含一準直光源之滴粒偵測器及一包含對準至一座標軸之一線性陣列的複數個感光元件之偵測器，來自該光源的光係與該標靶之一投射的輸送路徑相交。

50. 如申請專利範圍第46項之方法，進一步包含：

15 至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

51. 如申請專利範圍第47項之方法，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

52. 如申請專利範圍第48項之方法，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

20 53. 如申請專利範圍第49項之方法，進一步包含：

至少一該等滴粒偵測器包含一平面攔截偵測部件。

54. 如申請專利範圍第46項之方法，進一步包含：

該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

55. 如申請專利範圍第47項之方法，進一步包含：

該等滴粒偵測器包含各以一不同光頻率操作之複數個滴粒偵測器。

56. 如申請專利範圍第44項之方法，進一步包含：

5 該標靶追蹤系統包含：

一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

57. 如申請專利範圍第45項之方法，進一步包含：

該標靶追蹤系統包含：

10 一滴粒偵測器，其包含一具有一視場及用於使該視場成像之一二維陣列的像素之攝影機。

58. 一種雷射生成式電漿EUV光生成方法，包含：

利用一靜電電漿圍堵裝置，其在點燃時於一標靶點燃部位上或附近提供一電性電漿拘限場。

15 59. 如申請專利範圍第58項之方法，進一步包含：

利用一標靶追蹤系統，以提供一能夠控制該靜電電漿圍堵裝置之信號。

60. 一種EUV光生成方法，包含：

20 利用一電漿生成容器，其在該容器內具有一中間壁，該中間壁中具有一EUV光通道且將該容器分隔成一具有一第一壓力的區及一具有一第二壓力的區；

在該壁中提供一低壓陷阱，其包含用於經聚焦EUV光之通道並由於該第一壓力與該第二壓力之間的差異來維持住橫越該低壓陷阱之壓降。

61. 如申請專利範圍第60項之方法，進一步包含：

該低壓陷阱係包含一其中形成有聚焦細微光通道之固體球型的一段。

62. 一種EUV光生成方法，其利用一以規則間隔形成標靶之
5 離散標靶形成系統，包含：

利用一第一標靶追蹤系統，其提供指示出來自該標靶形成系統之一標靶的追蹤之輸出，該等標靶追蹤系統輸出係包含一標靶位置及軌跡；

利用一標靶導向系統；

10 利用一回饋及控制系統，其利用該標靶位置及軌跡輸出將輸入提供至該標靶導向系統以使該標靶導向系統能夠將該標靶導向至一所需要的標靶點燃部位。

63. 如申請專利範圍第62項之方法，進一步包含：

15 利用一第二標靶追蹤系統，其提供指示出來自該標靶導向系統之一標靶的追蹤之輸出；

利用該回饋及控制系統，其利用該第二標靶追蹤系統的輸出來產生一雷射發射控制信號。

64. 如申請專利範圍第62項之方法，進一步包含：

20 該標靶導向系統包含一標靶瞄準機構及一標靶加速機構。

65. 如申請專利範圍第63項之方法，進一步包含：

該標靶導向系統包含一標靶瞄準構件及一標靶加速構件。

66. 如申請專利範圍第62項之方法，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向機構以及該標靶導向機構與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

- 5 67. 如申請專利範圍第63項之方法，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向機構以及該標靶導向機構與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

- 10 68. 如申請專利範圍第64項之方法，進一步包含：

該第一及第二標靶追蹤系統係包含分別介於該標靶輸送系統與該標靶導向機構以及該標靶導向機構與該所需要的標靶點燃部位之間的一x及一y軸位置偵測器及一z平面通行偵測器。

- 15 69. 一種EUV光生成方法，其包含使用一移動的標靶電漿源及一脈衝式雷射電漿束形成機構，其中該各別標靶及該脈衝式雷射束係以一約 ± 10 微米的精確度在一所需要的標靶點燃部位處相交以生成一電漿，該方法包含：

20 利用一磁性電漿拘限機構，其在該標靶點燃部位附近生成一磁場以將該電漿拘限至該標靶點燃部位。

70. 一種EUV光生成方法，其包含使用一移動的標靶電漿源及一脈衝式雷射電漿束形成機構，其中該各別標靶及該脈衝式雷射束係必須以一約 ± 10 微米的精確度在一所需要的標靶點燃部位處相交以生成一電漿，該方法包

含：

利用一脈衝式磁性電漿圍堵機構，其在該標靶點燃
部位附近生成一大致與該電漿的存在呈現重合之磁場
以在該電漿的存在期間將該電漿圍堵至該標靶點燃部
位。

5

71. 如申請專利範圍第69項之方法，進一步包含：

利用一標靶追蹤系統，其提供能夠控制該磁性電漿
拘限機構之資訊。

72. 如申請專利範圍第70項之方法，進一步包含：

10 利用一標靶追蹤系統，其提供能夠控制該磁性電漿
拘限機構之資訊。

73. 一種LPP EUV光源，包含：

一收集器鏡面，其包含一多層反射表面；

15 至少一組件，其足夠接近地緊鄰於該LPP EUV光源
中所生成的電漿以被該電漿的效應所侵蝕；

一位於該至少一組件上之塗層，其如果噴濺至該多
層反射表面上不會損傷該多層反射表面。

74. 如申請專利範圍第73項之LPP EUV光源，進一步包含：

20 該多層反射表面塗覆有與該至少一組件相同之塗
層。

75. 如申請專利範圍第73項之LPP EUV光源，進一步包含：

該多層反射表面係包括與該至少一組件的塗層為
相同材料之層。

76. 一種LPP EUV光源，包含：

一LPP EUV室；

一驅動雷射，其生成一驅動雷射束，該驅動雷射束在一標靶處被導引而於該室內生成用於該LPP EUV光源之電漿；

- 5 一輸入窗，該驅動雷射束經由該輸入窗進入該室；
一加熱器元件，其加熱該輸入窗。

77. 一種LPP EUV光源，包含：

- 10 一標靶形成系統，其包含一噴嘴，終將形成一標靶滴粒之一標靶滴粒或一液體物流係自該噴嘴沿著一標靶形成軸線噴射；

- 15 一標靶追蹤系統，其在與一幅照束的抵達該所需要的標靶點燃部位呈協調之介於該噴嘴與一所需要的標靶點燃部位附近之間之標靶飛行路徑中的一或多個位置偵測該標靶滴粒的位置並偵測該飛行路徑中的一誤差及/或在該幅照束的抵達時間與該所需要的標靶點燃部位面對面之該標靶滴粒的位置中的一誤差；

- 20 一標靶形成系統傾斜機構，其以偵測得的誤差為基礎來傾斜該標靶形成軸線以減少在該幅照束的抵達時間與該所需要的標靶點燃部位面對面之一後續標靶滴粒位置中的誤差。