



(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 I539867 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：101110364

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 26 日

(51)Int. Cl. : H05G2/00 (2006.01) G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2011/05/13 美國 13/107,804

(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：雷吉言古魯 奇拉格 RAJYAGURU, CHIRAG (US)；包姆加特 彼得 BAUMGART, PETER (US)；維斯晨庫 喬治 O VASCHENKO, GEORGIY O. (RU)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 200913797A

CN 101978792A

US 2010/0149238A1

US 2010/0294953A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：22 共 63 頁

(54)名稱

EUV 裝置及其操作方法

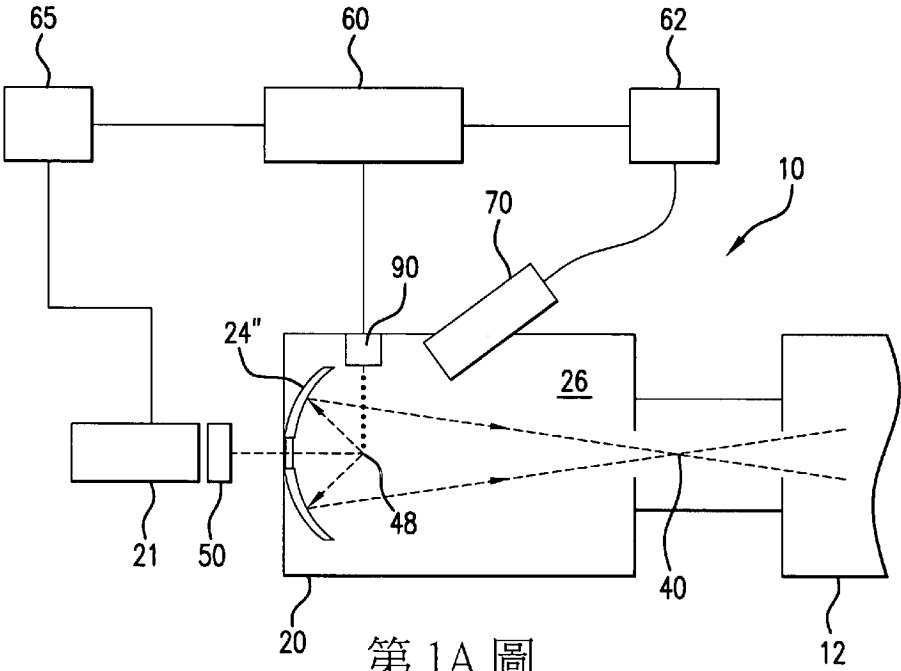
EUV DEVICE AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

(57)摘要

本發明係揭露用於產生 EUV 輻射之系統(及用於該系統之方法)，其包含一產生被導引至一輻照區之一雷射束之配置以及一微滴源。微滴源係包括一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動。可電致動元件係由一第一波形被驅動以產生供輻照用的微滴以產生 EUV 輻射，第一波形產生的微滴具有不同的初始速度而隨著微滴移行至輻照區造成至少部分的相鄰微滴聚結，並由一不同於第一波形之第二波形被驅動，以使污染物自孔口脫位。

Systems (and methods therefor) for generating EUV radiation that comprise an arrangement producing a laser beam directed to an irradiation region and a droplet source. The droplet source includes a fluid exiting an orifice and a sub-system having an electro-actuatable element producing a disturbance in the fluid. The electro-actuatable element is driven by a first waveform to produce droplets for irradiation to generate the EUV radiation, the droplets produced by the first waveform having differing initial velocities causing at least some adjacent droplets to coalesce as the droplets travel to the irradiation region, and a second waveform, different from the first waveform, to dislodge contaminants from the orifice.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10 . . . 裝備
- 12 . . . 曝光裝置
- 20 . . . EUV 光源
- 21 . . . 雷射系統
- 24'' . . . 光學件
- 26 . . . 光源腔室
- 40 . . . 中間區
- 48 . . . 輻照區
- 50 . . . 波束調控單元
- 60 . . . EUV 控制器
- 62 . . . 微滴位置偵測回饋系統
- 65 . . . 驅動雷射控制系統
- 70 . . . 微滴成像器
- 90 . . . 源材料輸送系統

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

參考相關申請案

本申請案係對於2011年5月13日提申名稱為“具致動器引發噴嘴清潔功能的微滴產生器”且事務所案號為2011-0005-01的美國發明專利申請案編號13/107,804主張優先權，其整體內容合併於本文中以供參考。

本申請案亦有關2010年3月10日提申且在2010年11月25日以US 2010-0294953-A1公開名稱為“雷射產生式電漿EUV光源”且事務所案號為2008-0055-01的美國專利申請案編號12/721,317；2006年2月21日提申名稱為“用於EUV光源之源材料配送器”且事務所案號為2005-0102-01的美國專利申請案編號11/358,983；及2007年7月13日提申名稱為“具有利用調變擾動波生成的微滴流之雷射產生式電漿EUV光源”且事務所案號為2007-0030-01的美國專利申請案編號11/827,803；其整體內容合併於本文中以供參考。

領域

本發明係有關極紫外線(EUV)光源及其操作方法。這些光源藉由從一源材料生成電漿以提供EUV光。在一應用中，EUV光可被收集及使用於一光微影術製程中以產生半導體積體電路。

【先前技術】

背景

可使用一圖案化束的EUV光來曝光一諸如矽晶圓等經

阻劑塗覆的基材，以產生基材中的極小形貌體。極紫外線(有時亦稱為軟x射線)概括被定義成具有位於約5至100nm範圍的波長之電磁輻射。光微影術的一特別相干波長係發生於13.5nm，且現今致力產生位於 $13.5\text{nm} \pm 2\%$ 範圍的光，其常被稱為用於13.5nm系統的“頻帶內 EUV (in band EUV)”。

產生EUV光之方法係包括但未必限於將一源材料轉換成一電漿狀態，其具有位於EUV範圍的一發射線之一元素。這些元件可包括但未必限於氫、鋰及錫。

在一種常稱為雷射產生式電漿(LPP)的此方法中，可藉由一雷射束輻照一譬如為微滴、流或線形式的源材料來產生所需要的電漿。在常稱為放電產生式電漿(DPP)的另一方法中，可藉由將具有一EUV發射線的源材料定位在一對電極之間並造成電極之間發生一放電，來產生所需要的電漿。

如上文所示，一種產生EUV的技術係涉及輻照一源材料。因此，作為在LPP製程中輻照源材料的所謂“驅動”雷射時，輸出處於紅外線波長、亦即位於約 $9\mu\text{m}$ 至 $11\mu\text{m}$ 範圍的波長的光之 CO_2 雷射係可提供特定的優點。對於譬如含有錫的特定源材料，這可能尤其為真。優點可能係包括在驅動雷射輸入功率與輸出EUV功率之間產生相對較高的轉換效率之能力。

對於LPP及DPP製程，電漿典型係在一諸如真空腔室等密封容器中產生，並利用不同類型的量測術設備作監測。除了產生頻帶內EUV輻射外，這些電漿製程亦典型地產生

不欲的副產物。副產物可包括頻帶外輻射、高能源材料離子、低能源材料離子、激發源材料原子、及熱性源材料原子，其係由源材料蒸發或由一緩衝氣體中的熱化源材料離子所產生。副產物亦可包括不同尺寸的集簇及微滴粒形式之源材料，且其可以不同速度離開輻照部位。集簇及微滴粒係可直接沉積在一光學件上或是從腔室壁或腔室中的其他結構“反射”並沉積在一光學件上。

較量化來說，一種現今發展目標在於產生約100W的收集EUV輻射之配置係想見使用一脈衝式經聚焦的10至12kW CO₂驅動雷射，其與一微滴產生器同步化以依序輻照每秒約40,000至100,000個錫微滴。為了此目的，需要以相對較高重覆率(譬如40至100kHz或更高)產生一穩定流的微滴並在相對較長的時間週期以就定時及位置而言的高精確度與良好可重覆性(亦即以很小“顫動”)將微滴輸送至一輻照部位。一般而言，欲使用相對較小的微滴，諸如具有位於約10至50 μ m範圍的直徑之微滴，以降低在腔室中所產生之電漿產生的碎屑量。

一種用於生成微滴之技術係涉及融化一諸如錫等標靶材料、然後在高壓下迫使其經過一較小直徑孔口，諸如一具有約0.5至30 μ m直徑的孔口，以產生一具有約30至100m/s速度之微滴流。在大部份狀況下，離開孔口的流中自然發生之不穩定性譬如雜訊係可能造成該流破解成微滴。為了將微滴與LPP驅動雷射的光學脈衝同步化，一具有超過隨機雜訊的振幅之重覆性擾動係可被施加至連續流。藉由以與

脈衝式雷射的重覆率相同之頻率(或其較高諧波)施加一擾動，微滴可與雷射脈衝同步化。譬如，可藉由使一可電致動元件(諸如一壓電材料)耦合至流並以一週期波形來驅動該可電致動元件，以將擾動施加至流。

本文所用的“可電致動元件”及其衍生物等用語係指當受到一電壓、電場、磁場、或其組合時經歷一維度變化之材料或結構，且包括但不限於壓電材料、電致伸縮材料及磁致伸縮材料。

如上文所示，微滴產生器現今被設計用來對於諸如數週或更長的相對較長期間連續地產生微滴，而產生數十億個微滴。在這些操作期間中，若要停止及重新起動微滴產生器一般並不合乎實際。並且，在這些操作期間中，相對較小的噴嘴孔口可能變成部份地被來自標靶材料中的雜質之沉積物所阻塞。當噴嘴孔口變成被部份阻塞時，微滴可能以不同於噴嘴若無沉積物時的方向離開孔口。微滴流向的此變化會藉由造成雷射束與微滴之間的不完全或非最適交互作用而負面地影響EUV輸出及轉換效率。若無法妥當地輻照微滴，則亦可能增大諸如集簇及微滴粒等特定類型有問題碎屑的量。

在操作期間，一EUV光源的輸出係可供一諸如步進器或掃描器等微影術曝光工具所使用。這些曝光工具可先將來自光源的波束予以均質化、然後譬如利用一反射罩幕在束橫剖面中賦予波束一圖案。圖案化束可隨後投射至一經阻劑塗覆的晶圓之一部分上。一旦經阻劑塗覆晶圓的一第

一部分(常稱為曝光場域)已被照射，晶圓、罩幕或兩者可被移動以輻照一第二曝光場域，且依此類推，直到經阻劑塗覆的晶圓完成輻照為止。在此製程期間，掃描器典型地對於各曝光場域需要來自光源之一股所謂迸發(burst)的脈衝。譬如，一典型的迸發期間係可持續約0.5秒的一期間，並包括處於約40kHz脈衝重覆率的約20,000個EUV光脈衝。迸發期間的長度、迸發數及重覆率可以對於一曝光場域所指定的EUV輸出脈衝能量、及累積能量、或劑量為基礎作選擇。在部分實例中，脈衝能量及/或重覆率可在一迸發期間中改變，及/或迸發可包括一或多個非輸出期間。

在此製程中，依序迸發可被一中介期間暫時地分離。在可能持續約一秒的一比例部分之一些中介期間中，曝光工具係預備輻照下個曝光場域且不需要來自光源的光。當曝光工具更換晶圓時可能發生較長的中介期間。當曝光工具交換遞出一固持有一數量的晶圓之所謂“舟(boat)”或匣、進行量測術、進行一或多個維護功能、或進行某其他排程或未排程製程時，係可能發生一更長的中介期間。一般而言，在這些中介期間中，曝光工具不需要EUV光，且因此，一個、部分、或全部的這些中介期間係可代表從一微滴產生器噴嘴移除沉積物之一機會。

鑒於上文，申請人係揭露一具有致動器引發噴嘴清潔功能之微滴產生器，及對應的使用方法。

【發明內容】

概要

本發明係在一實施例中有關一包含一系統之裝置，該系統係產生被導引至一輻照區的一雷射束以及一微滴源。微滴源係包括一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動。可電致動元件係由一第一波形被驅動以產生供輻照用的微滴以產生EUV輻射，第一波形產生的微滴具有不同的初始速度而隨著微滴移行至輻照區造成至少部分的相鄰微滴聚結，並由一不同於第一波形之第二波形被驅動，以使污染物自孔口脫位。

尚且，本發明係有關一包含下列步驟之方法：導引一雷射束至一輻照區，提供一微滴源，該微滴源係包括一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動。該方法亦包括下列步驟：以一第一波形來驅動可電致動元件，以產生供雷射束輻照用的微滴以產生EUV輻射，微滴具有不同的初始速度而隨著微滴移行至輻照區造成至少部分的相鄰微滴聚結。該方法亦包括下列步驟：以一不同於第一波形之第二波形來驅動可電致動元件，以使污染物自孔口脫位。

在又另一實施例中，本發明有關一包含一系統之裝置，該系統係產生被導引至一輻照區的一雷射束以及一微滴源。微滴源係包含一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動。可電致動元件係由一具有從約 A_{min} 至約 A_{max} 的一振幅範圍之波形被驅動，其產生在抵達輻照區之前完全聚結並

具有對於一未阻塞孔口的一穩定微滴指向之微滴，且其中波形振幅 A 大於約 $2/3 A_{max}$ 以使污染物自孔口脫位並同時地產生微滴以供在輻照區生成一EUV產生電漿。

在再另一實施例中，本發明係有關一包含下列步驟之方法：導引一雷射束至一輻照區及提供一微滴源，該微滴源係包含一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動，可電致動元件係由一波形被驅動。該方法進一步包含決定從約 A_{min} 至約 A_{max} 的一振幅範圍，其產生在抵達輻照區之前完全聚結並具有對於一未阻塞孔口的穩定微滴指向之微滴。該方法額外地包括以具有大於約 $2/3 A_{max}$ 的一振幅 A 之一波形來驅動可電致動元件以使污染物自孔口脫位並同時地產生微滴以供在輻照區生成一EUV產生電漿。

圖式簡單說明

第1圖顯示與一曝光裝置呈耦合之一EUV光源的簡化示意圖；

第1A圖顯示一包括一EUV光源之裝備的簡化示意圖，該EUV光源具有一LPP EUV光輻射器；

第2、2A至2C、3及4圖顯示使一或多個可電致動元件耦合於一流體以在離開一孔口的一流中生成一擾動之數種不同技術；

第5圖顯示由一單頻、未調變擾動波形所導致之微滴圖案；

第6圖顯示由一經振幅調變擾動波形所導致之微滴的

圖案；

第7圖顯示由一經頻率調變擾動波形所導致之微滴的圖案；

第8圖顯示對於一單頻、未調變波形擾動及數個經頻率調變波形擾動所獲得之錫微滴的照片；

第9圖顯示身為一正弦波信號的奇數諧波的一疊置之一正方波的代表圖；

第10圖顯示從輸出孔口以 $\sim 40\text{mm}$ 取得在 30kHz 以一正方形波調變所獲得的微滴之影像；

第11圖顯示從輸出孔口以 $\sim 120\text{mm}$ 取得在 30kHz 以一正方形波調變所獲得的微滴之影像；

第12A至D圖顯示一矩形波(第12A圖)調變之實驗結果，包括一矩形波的一頻譜(第12B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第12C圖)以及從輸出孔口以 450mm 取得的聚結微滴之一影像(第12D圖)；

第13A至D圖顯示快速脈衝(第13A圖)調變之實驗結果，包括一快速脈衝的一頻譜(第13B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第13C圖)以及從輸出孔口以 450mm 取得的聚結微滴之一影像(第13D圖)；

第14A至D圖顯示快速斜坡波(第14A圖)調變之實驗結果，包括一快速斜坡波的一頻譜(第14B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第14C圖)以及從輸出孔口以 450mm 取得的聚結微滴之一影像(第14D圖)；及

第15A至D圖顯示一辛克函數(sinc function)波(第15A

圖)調變之實驗結果，包括一辛克函數波的一頻譜(第15B圖)；從輸出孔口以20mm取得的微滴之一影像(第15C圖)以及從輸出孔口以450mm取得的聚結微滴之一影像(第15D圖)；

第16圖顯示一諸如第3圖所示的微滴產生器等微滴產生器之擾動峰值振幅區的圖形；

第17A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、50kHz的週期頻率、及約2V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第17B圖顯示第17A圖所示的波形之一頻譜；

第18A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、50kHz的週期頻率、及約5V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第18B圖顯示第18A圖所示的波形之一頻譜；

第19A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、120kHz的週期頻率、及約2V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第19B圖顯示第19A圖所示的波形之一頻譜；

第20A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、120kHz的週期頻率、及約5V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中

的一擾動；

第20B圖顯示第20A圖所示的波形之一頻譜；

第21圖是顯示一可用來決定一波形之製程的流程圖，該波形用以驅動一可電致動元件以供同時地產生適合於在一幅照區生成一EUV產生電漿之微滴並使污染物從一噴嘴孔口脫位；及

第22圖是顯示一製程的流程圖，可利用該製程產生用於幅照的微滴以產生一EUV輸出同時以一波形週期性地驅動一微滴產生器的可電致動元件，該波形造成致動器引發的噴嘴清潔功能。

【實施方式】

詳細描述

初步參照第1圖，顯示概括標示為10”之一EUV光微影術裝備的一範例之選定部分的簡化示意剖視圖。可譬如使用裝備10”以EUV光的一圖案化束曝光一諸如經阻劑塗覆的晶圓等基材11。對於裝備10”，可提供一利用EUV光的曝光裝置12”(譬如一積體電路微影術工具，諸如一步進器、掃描器、步進與掃描系統、直接寫入系統、使用一接觸及/或近鄰罩幕的裝置等)，其具有一或多個光學件13a、b，以藉由譬如一束EUV光照射一諸如標線片等圖案化光學件13c，來產生一圖案化束，及一或多個縮減投射光學件13d、13e，以供將圖案化束投射至基材11上。可提供一機械總成(未圖示)以供在基材11與圖案化部件13c之間產生一受控制的相對運動。進一步如第1圖所示，裝備10”可包括一包含

一EUV光輻射器22之EUV光源20”，EUV光輻射器22在一腔室26”中發射EUV光，該EUV光係沿著一路徑被光學件24反射至曝光裝置12”中以輻照基材11。

本文所用的“光學件”用語及其衍生物係指廣泛詮釋為包括且未必限於反射及/或透射入射光及/或以入射光操作的一或多個組件，並包括但未必限於一或多個透鏡，窗口，濾器，楔件，稜鏡，稜柵，階件(gradings)，傳輸纖維，標準具，擴散器，均化器，偵測器及其他儀器組件，開孔，軸稜錐透鏡及面鏡，包括多層面鏡，近法向入射面鏡，掠射入射面鏡，鏡面反射器，擴散反射器及其組合。並且，除非另外明述，本文所用的“光學件”用語及其衍生物係指限於單獨地或有利地在諸如EUV輸出光波長、輻照雷射波長、適合量測術的波長或任何其他特定波長等一或多個特定波長範圍內操作之組件。

第1A圖顯示一包括一EUV光源20之裝備10的一特定範例，EUV光源20具有一LPP EUV光輻射器。如圖所示，EUV光源20可包括一用於產生一串列的光脈衝且將光脈衝輸送至一光源腔室26中之系統21。對於裝備10，光脈衝可從系統21沿著一或多個束路徑移行並進入腔室26中以在一輻照區48照射源材料以產生一EUV光輸出以供曝光裝置12中的基材曝光所用。

在第1A圖所示的系統21中使用之適當的雷射係可包括一脈衝式雷射裝置、譬如一脈衝式氣體放電CO₂雷射裝置，其譬如以DC或RF激勵產生處於9.3μm或10.6μm的輻射，以

譬如10kW或更高的相對較高功率及譬如50kHz或更大的高脈衝重覆率操作。在一特定實行方式中，雷射可為一軸向流RF泵送式CO₂雷射，其具有一包含多重階段的放大之振盪器-放大器組態(譬如主振盪器/功率放大器(MOPA)或功率振盪器/功率放大器(POPA))並具有一種籽脈衝，該種籽脈衝係由一Q-切換式振盪器以相對較低的能量及譬如能夠以100kHz操作的高重覆率所啟動。從振盪器，雷射脈衝可隨後在抵達輻照區48之前被放大、定形及/或聚焦。連續泵送式CO₂放大器可使用於雷射系統21。譬如，一具有一個振盪器及三個放大器(O-PA1-PA2-PA3組態)的適當CO₂雷射裝置係揭露於2005年6月29日提申名稱為“LPP EUV光源驅動雷射系統”且事務所案號為2005-0044-01現為美國專利案No. 7,439,530的美國專利申請案編號11/174,299中，其整體內容合併於本文中以供參考。

或者，雷射可組構成一所謂的“自我標定(self-targeting)”雷射系統，其中微滴作為光學腔的一面鏡。在部分“自我標定”配置中，可能不需要振盪器。自我標定雷射系統係揭露且請求於2006年10月13日提申名稱為“用於EUV光源之驅動雷射輸送系統”、事務所案號為2006-0025-01、現為2009年2月17日發證的美國專利案No. 7,491,954之美國專利申請案編號11/580,414中，其整體內容合併於本文中以供參考。

依據應用而定，其他類型雷射亦可能適合，譬如以高功率及高脈衝重覆率操作的一受激準分子或分子氙雷射。

其他範例係包括一固態雷射，其譬如具有一纖維、桿、板片、或碟形主動媒體；其他雷射架構，其具有一或多個腔室、譬如一振盪器腔室及一或多個放大腔室(其中放大腔室呈平行或序列狀)；一主振盪器/功率振盪器(MOPO)配置，一主振盪器/功率環放大器(MOPRA)配置，或一使一或多個受激準分子、分子氟或CO₂放大器或振盪器腔室種籽化之固態雷射係可能適合。其他設計係可能適合。

在部分案例中，一源材料可先被一預脈衝輻照且隨後被一主脈衝輻照。預脈衝及主脈衝種籽可由單一振盪器或兩個分離的振盪器產生。在部分建置中，可使用一或多個共同放大器來放大預脈衝及主脈衝種籽兩者。對於其他配置，可使用分離的放大器來放大預脈衝及主脈衝種籽。譬如，種籽雷射可為一具有一經密封氣體之CO₂雷射，該經密封氣體係包括由一射頻(RF)放電所泵送處於次大氣壓力、譬如0.05至0.2atm的CO₂。藉由此配置，種籽雷射可自我調整至主導線的一者，諸如具有波長10.5910352μm的10P(20)線。在部分實例中，可採用Q切換來控制種籽脈衝參數。

配合使用具有一包括上述CO₂的增益媒體的一種籽雷射之一適當放大器係可包括一含有由DC或RF激勵所泵送的CO₂氣體之增益媒體。在一特定實行方式中，放大器可包括一軸向流、RF泵送式(連續性或具脈衝調變)CO₂放大單元。可使用具有纖維、桿、板片或碟形主動媒體的其他類型放大單元。在部分實例中，可採用一固體主動媒體。

放大器可具有二(或更多)個放大單元，各放大單元有其

自己的腔室、主動媒體及激勵源，譬如泵送電極。譬如，對於種籽雷射包括增益媒體、包括上述CO₂之實例，用來作為放大單元之適當雷射係可包括一含有由DC或RF激勵所泵送的CO₂氣體之主動媒體。在一特定實行方式中，放大器可包括複數個、諸如四或五個軸向流、RF泵送式(連續性或脈衝式)CO₂放大單元，其具有約10至25公尺的總增益長度且以譬如10kW或更高的相對較高功率調和地操作。可使用具有纖維、桿、板片或碟形主動媒體的其他類型放大單元。在部分實例中，可採用一固體主動媒體。

第1A圖亦顯示裝備10可包括一波束調控單元50，波束調控單元50具有一或多個用於波束調控諸如在雷射源系統21與輻照部位48之間擴張、導向、及/或聚焦波束之光學件。譬如，可提供及配置一可包括一或多個面鏡、稜鏡、透鏡等之導向系統以將雷射焦斑導向至腔室26中的不同區位。譬如，導向系統可包括一第一平坦面鏡，其安裝在一可在兩維度中獨立地移動第一面鏡之第一軸傾斜-第二軸傾斜(tip-tilt)致動器上，及一第二平坦面鏡，其安裝在一可在兩維度中獨立地移動第二面鏡之第一軸傾斜-第二軸傾斜致動器上。藉由此配置，導向系統可在實質正交於波束傳播方向(波束軸線)之方向可控制地移動焦斑。

波束調控單元50可包括一聚焦總成以將波束聚焦至輻照部位48並調整沿著波束軸線之焦斑的位置。對於聚焦總成，可使用一光學件、諸如一聚焦透鏡或面鏡，其被耦合至一致動器以供在沿著波束軸線的一方向作運動以沿著波

束軸線移動焦斑。

關於波束調控系統的其他細節請見下列文件：2004年3月17日提申名為“高重覆率雷射產生式電漿EUV光源”的美國專利申請案編號10/803,526，事務所案號2003-0125-01，現為2006年8月8日發證的美國專利案7,087,914號；2004年7月24日提申名為“EUV光源”的美國編號10/900,839，事務所案號2004-0044-01，現為2007年1月16日發證的美國專利案7,164,144號；及2009年12月15日提申名為“用於極紫外線光源之波束運送系統”的美國專利申請案編號12/638,092，事務所案號2009-0029-01，各案的內容合併於本文中以供參考。

進一步如第1A圖所示，EUV光源20亦可包括一源材料輸送系統90，譬如輸送諸如錫微滴等源材料至腔室26的內部來到一幅照區48，其中微滴將與來自系統21的光脈衝交互作用，以最終產生電漿並產生一EUV發射以曝光位於曝光裝置12中之一諸如經阻劑塗覆的晶圓等基材。關於不同微滴配送器組態及其相關優點的更多細節係可見下列文件：2010年3月10日提申且2010年11月25日以U.S. 2010/0294953-A1公開名為“雷射產生式電漿EUV光源”的美國專利申請案編號12/721,317，事務所案號2008-0055-01；2008年6月19日提申名為“用於一雷射產生式電漿EUV光源中的標靶材料輸送之系統及方法”的美國編號12/214,736，現為2011年1月18日發證的美國專利案7,872,245，事務所案號2006-0067-02；2007年7月13日提申名為“具有利用一經調變擾波所產生的一微滴流之雷射

產生式電漿EUV光源”的美國專利申請案編號11/827,803，事務所案號2007-0030-01；2006年2月21日提申且2006年11月16日以US2006/0255298A-1公開名稱為“具有預脈衝之雷射產生式電漿EUV光源”的美國專利申請案編號11/358,988，事務所案號2005-0085-01；2005年2月25日提申名稱為“用於EUV電漿源標靶輸送之方法及裝備”的美國專利申請案編號11/067,124，事務所案號2004-0008-01；現為2008年7月29日發證的美國專利案7,405,416；及2005年6月29日提申名稱為“LPP EUV電漿源材料標靶輸送系統”的美國專利申請案編號11/174,443，事務所案號2005-0003-01，現為2008年5月13日發證的美國專利案7,372,056；各案內容合併於本文中以供參考。

用於產生供基材曝光用的一EUV光輸出之源材料係可包括但未必限於一包括錫、鋰、氬或其組合之材料。例如錫、鋰、氬等EUV發射元素可能是液體微滴及/或液體微滴內所含的固體粒子之形式。譬如，元素錫可以純錫，以錫化合物，譬如 SnBr_4 、 SnBr_2 、 SnH_4 ，以錫合金，譬如錫鎳合金、錫鈮合金、錫鈮鎳合金，或其一組合作使用。依據使用材料而定，源材料可以包括室溫或接近室溫(譬如錫合金， SnBr_4)、升高溫度(譬如純錫)或低於室溫的溫度(譬如 SnH_4)等不同溫度提供至輻照區，且在部分實例中可相對較具揮發性，譬如 SnBr_4 。有關這些材料使用於一LPP EUV光源中的更多細節請見2006年4月17日提申名稱為“用於EUV光源之替代性燃料”且事務所案號為2006-0003-01的美國專

利申請案編號11/406,216，現為2008年12月16日發證的美國專利案7,465,946，其內容合併於本文中以供參考。

繼續參照第1A圖，裝備10亦可包括一EUV控制器60，其亦可包括一驅動雷射控制系統65，用於控制系統21中的裝置以藉此產生光脈衝以供輸送至腔室26中、及/或以供控制波束調控單元50中之光學件的運動。裝備10亦可包括一可包括一或多個微滴成像器70之微滴位置偵測系統，微滴成像器70提供一指示出一或多個微滴譬如相對於輻照區48的位置之輸出。成像器70可將此輸出提供至一微滴位置偵測回饋系統62，微滴位置偵測回饋系統62可譬如運算一微滴位置及軌跡，可自其譬如以逐一微滴基礎或平均地運算一微滴誤差。微滴誤差可隨後以一輸入被提供至控制器60，控制器60可譬如將一位置、方向及/或定時修正信號提供至系統21以控制雷射觸發定時及/或控制波束調控單元50中之光學件的運動，以譬如改變被輸送至腔室26中的輻照區48之光脈衝的區位及/或焦強(focal power)。亦對於EUV光源20，源材料輸送系統90可具有一控制系統，該控制系統可回應來自控制器60的一信號(在部分實行方式中，其可包括上述的微滴誤差，或自其衍生的某數量)而操作，以譬如修改釋放點、初始微滴流方向、微滴釋放定時及/或微滴調變以修正抵達所欲輻照區48之微滴中的誤差。

繼續參照第1A圖，裝備10亦可包括一光學件24”，諸如一呈扁長橢球(亦即繞其主軸線旋轉的橢圓)形式之具有一反射表面的近法向入射收集器面鏡，其譬如具有一包含鉬

與矽的交替層——且在部分實例中包含一或多個高溫擴散障壁層、平坦化層、蓋覆層及/或蝕刻停止層——之階化多層塗覆物。第1A圖顯示光學件24”可形成有一開孔以容許系統22所產生的光脈衝穿過且抵達輻照區48。如圖所示，光學件24”可譬如為一扁長橢球面鏡，其具有一位於輻照區48內或接近輻照區48之第一焦點以及一位於所謂中間區40之第二焦點，其中EUV光可從EUV光源20輸出並輸入至一利用EUV光之曝光裝置12，譬如一積體電路微影術工具。請瞭解可使用其他光學件取代扁長橢球面鏡以收集並導引光至一中間區位而供後續輸送至一利用EUV光之裝置。例如，光學件可為一繞其主軸線旋轉之拋物形或者可組構成將一具有環形橫剖面的波束輸送至一中間區位，譬如請見2006年8月16日提申名稱為“EUV光學件”且事務所案號為2006-0027-01的美國專利申請案編號11/505,177，現為2010年11月30日發證的美國專利案7,843,632，其內容合併於本文中以供參考。

一諸如氫、氦、氬或其組合等緩衝氣體可被導入至腔室26、補充腔室26及/或自腔室26移除。緩衝氣體可在電漿放電期間出現於腔室26中並可用來減慢電漿生成的離子以降低光學件劣化及/或電場(未圖示)可單獨作使用、或與一緩衝氣體組合使用，以降低快速離子損害。

第2圖以示意方式顯示一簡化微滴源92之組件。如圖所示，微滴源92可包括一貯器94，貯器94在壓力下容納有一諸如融化的錫等流體。亦顯示貯器94可形成有一孔口98，

孔口98容許加壓流體96流過孔口而建立一連續流100，連續流100後續破解成複數個微滴102a、b。

繼續參照第2圖，所顯示的微滴源92進一步包括一產生流體中的一擾動之次系統，其具有一操作性耦合於流體96之可電致動元件104及一驅動可電致動元件104之信號產生器106。第2A至2C、3及4圖顯示使一或多個可電致動元件操作性耦合於流體以生成微滴之不同方式。從第2A圖開始顯示一配置，其中流體在壓力下被強迫從一貯器108流經一譬如毛細管等管110，管110具有約0.5至0.8mm之間的內側直徑及約10至50mm長度，而生成離開管110的一孔口114之一連續流112，連續流112後續破解成微滴116a、b。如圖所示，一可電致動元件118可耦合至管。譬如，一可電致動元件可耦合至管110以使管110偏向並擾動流112。第2B圖顯示一類似配置，該類似的配置係具有一貯器120、管122及一對可電致動元件124、126，可電致動元件124、126各耦合至管122以在一各別頻率使管122偏向。第2C圖顯示另一變異，其中一板128被定位於一貯器130中而可移動以迫使流體經過一孔口132生成一破解成微滴136a、b的流134。如圖所示，可施加一力至板128，且一或多個可電致動元件138可耦合至板以擾動流134。請瞭解一毛細管可配合使用第2C圖所示的實施例。第3圖顯示另一變異，其中在壓力下迫使一流體從一貯器140流過一管142而生成一連續流144，離開管142的一孔口146，其後續破解成微滴148a、b。如圖所示，譬如環形或圓柱型管形的可電致動元件150係可被定位為

圍繞管142的一周緣。被驅動時，可電致動元件150可選擇性擠壓及/或放開管142以擾動流144。請瞭解：可採用二或更多個可電致動元件以各別的頻率來選擇性擠壓管142。

第4圖顯示另一變異，其中在壓力下迫使一流體從一貯器140'流過一管142'而生成一連續流144'，離開管142'的一孔口146'，其後續破解成微滴148a'、b'。如圖所示，一譬如環形的可電致動元件150a可被定位為圍繞管142'的一周緣。被驅動時，可電致動元件150a可選擇性擠壓及/或放開管142'以擾動流144'並產生微滴。第4圖亦顯示一譬如環形的第二可電致動元件150b可被定位為圍繞管142'的一周緣。被驅動時，可電致動元件150b可選擇性擠壓及/或放開管142'以擾動流144'並使污染物自孔口152脫位。對於所顯示的實施例，可電致動元件150a及150b可由相同信號產生器被驅動，或可使用不同的信號產生器。如下文進一步描述，可使用具有不同波形振幅、週期頻率及/或波形形狀之波形來驅動可電致動元件150a(以產生用於EUV輸出的微滴)以及可電致動元件150b(以使污染物脫位)。

第5圖顯示由一單頻、正弦波擾動波形202(對於高於約 $0.3v/(\pi d)$ 的擾動頻率)所導致之微滴200的圖案。可看出擾動波形的各週期產生一微滴。第5圖亦顯示微滴不聚結在一起，而是各微滴以相同初始速度被建立。

第6圖顯示從一經振幅調變的擾動波形302所初始導致之微滴300的圖案。可看出經振幅調變波形擾動302係包括兩特徵頻率，一相對較大頻率，譬如載體頻率，對應於波

長 λ_c ；及一較小頻率，譬如調變頻率，對應於波長 λ_m 。對於第6圖所示的特定擾動波形範例，調變頻率是一載體頻率次諧波，且特別來說，調變頻率是載體頻率的三分之一。藉由此波形，第6圖顯示對應於載體波長 λ_c 之擾動波形的各週期係產生一微滴。第6圖亦顯示微滴聚結在一起，導致較大微滴的一流304，對於對應於調變波長 λ_m 之擾動波形的各週期具有一較大微滴。箭頭306a、b顯示初始相對速度分量係藉由經調變波形擾動302被賦予微滴、且負責微滴聚結。

第7圖顯示從一經頻率調變的擾動波形402所初始導致之微滴400的圖案。可看出經頻率調變波形擾動402係包括兩特徵頻率，一相對較大頻率，譬如載體頻率，對應於波長 λ_c ；及一較小頻率，譬如調變頻率，對應於波長 λ_m 。對於第7圖所示的特定擾動波形範例，調變頻率是一載體頻率次諧波，且特別來說，調變頻率是載體頻率的三分之一。藉由此波形，第7圖顯示對應於載體波長 λ_c 之擾動波形的各週期係產生一微滴。第7圖亦顯示微滴聚結在一起，導致較大微滴的一流404，對於對應於調變波長 λ_m 之擾動波形的各週期具有一較大微滴。就像經振幅調變擾動(亦即第6圖)，初始相對速度分量係藉由經頻率調變波形擾動402被賦予微滴、且負責微滴聚結。

儘管第6及7圖顯示並討論具有兩特徵頻率的實施例，第6圖係顯示一具有兩特徵頻率之經振幅調變擾動，而第7圖顯示一具有兩頻率之經頻率調變擾動，請瞭解可採用不只二個特徵頻率且調變可為角度性調變(亦即頻率或相位

調變)、振幅調變、或其組合。

第8圖顯示利用一具有約70 μ m孔口直徑、~30m/s流速度之類似第3圖的裝備所獲得之錫微滴的照片，其係針對一具有100kHz頻率的單頻、未調變波形擾動(最上方照片)；一具有100kHz的載體頻率及相對較強調變深度的10kHz調變頻率之經頻率調變波形擾動(往下第二張照片)；一具有100kHz載體頻率及相對較弱調變深度的10kHz調變頻率之經頻率調變波形擾動(往下第三張照片)；一具有100kHz載體頻率及15kHz調變頻率之經頻率調變波形擾動(往下第四張照片)；一具有100kHz載體頻率及20kHz調變頻率之經頻率調變波形擾動(最下方照片)。

這些照片顯示出：可產生分開約3.14mm之具有約265 μ m直徑的錫微滴，這是利用一單頻、未調變波形擾動的此微滴尺寸及重覆率所無法實現之間隔。

測量顯示出約為調變週期的0.14%之一定時顫動，其實質地小於利用一單頻、未調變波形擾動在類似條件下觀察到的顫動。因為個別微滴不穩定性係平均位於一數量的聚結滴粒上，故達成此效應。

現在請參照第9至12圖，申請人已經決定：除了上述經調變—譬如多重頻率—擾動波形外，可利用其他波形產生聚結中的微滴流，其可受到控制以在頻率最小值以下產生一穩定的經聚結微滴流，該頻率最小值原本利用單頻正弦曲線性未調變波形擾動會限制穩定的微滴產生。

確切來說，這些波形可產生流體中的一擾動，其產生

在一流內具有受控制、可預測、可重覆及/或非隨機性的不同初始速度之微滴的流。

譬如，對於一利用一可電致動元件產生一擾動之微滴產生器，可使用一序列的脈衝波形，其中各脈衝相較於波形週期的長度具有充分夠短的上升時間及/或下降時間以產生可電致動元件的一可操作響應範圍內之一基頻 (fundamental frequency)、及該基頻的至少一諧波。

此處的“基頻”用語及其衍生物與均等物係指用以擾動一流到一出口孔口的流體之頻率及/或被施加至一諸如噴嘴等產生微滴的次系統之頻率，其具有一可電致動元件而在流體中產生一擾動；以產生一微滴流，所以若容許流中的微滴完全聚結成等距分隔微滴的一圖案，將在基頻的每週期具有一經完全聚結的微滴。

適當脈衝波形的範例係包括但未必限於一正方波(第9圖)，矩形波，及具有充分夠短上升時間及/或下降時間的峰值非正弦曲線波諸如一快速脈衝(第13A圖)，快速斜坡波(第14A圖)，及一辛克函數(sinc function)波(第15A圖)。

第9圖顯示身為一正弦波信號的奇數諧波的疊置之一正方波800的代表圖。請注意：為求簡單只顯示頻率 f 的前兩個諧波。請瞭解將以具漸小振幅之一有限數量的奇數諧波獲得一確切的正方波形狀。更詳細來說，一正方波800可在數學上表示成正方波之具基頻 f 的正弦波(波形802)及其較高階奇數諧波 $3f$ (波形804)、 $5f$ (波形806)...依此類推之一組合：

$$v(t) = \frac{4}{\pi} \left[\sin(\omega t) + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) + \dots \right]$$

其中 t 是時間， $v(t)$ 是波的瞬間振幅(亦即電壓)，而 ω 是角頻率。因此，將一正方波信號施加至一譬如壓電件等可電致動元件，係可能導致在基頻 $f=\omega/2\pi$ 、暨此頻率的較高諧波 $3f$ 、 $5f$ 等之機械振動。由於一採用一可電致動元件的滴粒產生器之有限且一般來說較高的非均勻頻率響應，所以這是可能的方式。若正方波信號的基頻顯著地超過限制值 $0.3v/(\pi d)$ ，則有效地禁止處於此頻率之單一微滴的形成，且微滴係在較高諧波被產生。如同在上述振幅及頻率調變之實例般，以一正方波信號所產生的微滴係相對於流中的相鄰微滴具有差異性速度，故導致其最終以頻率 f 聚結成較大微滴。在部分實行方式中，EUV光源係組構成在每週期產生複數個微滴，其中各微滴具有不同於一後續微滴的初始速度，使得：1)至少二微滴在抵達輻照部位之前即聚結；或2)微滴產生一所欲的圖案，諸如一包括緊密分佈的微滴對件(droplet doublets)之圖案。

第10及11圖顯示以30kHz的一正方波調變所獲得之微滴的影像。藉由一簡單的正弦波調變，對於此實驗所使用的微滴產生器每週期可獲得單一微粒之最低調變頻率係為110kHz。第10圖所示的影像係從輸出孔口在 $\sim 40\text{mm}$ 處取得，且第11圖所示的影像從輸出孔口在 $\sim 120\text{mm}$ 處取得而其中微滴已經聚結。此範例展現出利用一正方波調變以低於一特定微滴產生器組態的自然低頻極限的頻率獲得微滴之

優點。

類似論點可適用於具有短上升時間及/或下降時間的多重諧波之各種不同的重覆性調變信號，包括但不限於一快速脈衝(第13A圖)，快速斜坡波(第14A圖)及一辛克函數(sinc function)波(第15A圖)。例如，一鋸齒波形不只含有基頻的奇數諧波、且亦含有基頻的偶數諧波，且因此亦可有效用來克服低頻調變極限並改良一微滴產生器的穩定性。在部分實例中，一特定微滴產生器組態可比其他組態更能回應於部分頻率。在此實例中，一產生大量頻率的波形係較可能包括一匹配於特定微滴產生器的響應頻率之頻率。

第12A圖顯示一用於驅動一微滴產生器之矩形波902，而第12B圖顯示一具有基頻902a以及對於該矩形波的一週期之各種不同量值的諧波902b-h之對應的頻譜。第12C圖顯示從該矩形波所驅動之微粒產生器的輸出孔口在20mm處所取得之微滴的一影像，並顯示微滴開始聚結。第12D圖顯示在微滴完全聚結之後從輸出孔口在450mm處所取之微滴的一影像。

第13A圖顯示用於驅動一微滴產生器之一序列的快速脈衝1000，而第13B圖顯示一對應的頻譜，其具有基頻1002a及對於單一快速脈衝之各種不同量值的諧波1002b-i。第13C圖顯示由該序列的快速脈衝所驅動之從微滴產生器的輸出孔口在20mm處所取得之微滴的一影像並顯示微滴開始聚結。第13D圖顯示在微滴完全聚結之後從輸出孔口在450mm處所取得之微滴的一影像。

第14A圖顯示用於驅動一微滴產生器之一快速斜坡波1100，而第14B圖顯示具有基頻1102a以及用於單一快速脈衝波週期之各種不同量值的諧波1102b-p之一對應的頻譜。第14C圖顯示該快速斜坡波所驅動從微滴產生器的輸出孔口在20mm處所取得之微滴的一影像，並顯示微滴開始聚結。第14D圖顯示在微滴完全聚結之後從輸出孔口在450mm處所取得之微滴的一影像。

第15A圖顯示用於驅動一微滴產生器之一辛克函數(sinc function)波1200，而第15B圖顯示具有基頻1202a以及用於單一辛克函數(sinc function)波週期之各種不同量值的諧波1202b-l之一對應的頻譜。第15C圖顯示由辛克函數(sinc function)波所驅動從微滴產生器的輸出孔口在20mm處所取得之微滴的一影像，並顯示滴粒開始聚結。第15D圖顯示在微滴完全聚結之後從輸出孔口在450mm處所取得之微滴的一影像。

第16圖顯示一諸如第3圖所示的微滴產生器等微滴產生器之擾動峰值振幅區的圖形(請見下文峰值振幅的定義)。對於低於約 A_{min} 的峰值振幅之擾動(區I)，申請人已注意到：微滴聚結並不足以產生在抵達一幅照部位前已完全聚結之微滴。並且，在此區的下端，擾動可能不足以克服導致隨機性微滴形成之雜訊。在區II(高於約 A_{min} 及低於約 A_{max} 的峰值振幅之擾動)中，申請人已注意到：微滴聚結係足以產生在抵達一幅照部位前已完全聚結之微滴，且只要孔口保持未阻塞則微滴指向呈現穩定。申請人認為：區II

係可被接受用來產生用於輻射的微滴以產生一輸出EUV束。在區III(高於約 $A_{\max}$ 的峰值振幅之擾動)中，申請人已注意到：縱使孔口保持未阻塞，微滴指向仍不穩定。由於不穩定的指向，申請人認為區III係不可被接受用來產生用於輻照的微滴以產生一輸出EUV束。

第16圖亦顯示對於高於約 $2/3 A_{\max}$ 的一峰值振幅之擾動，申請人已注意到可發生不只一非實質量的致動器引發噴嘴清潔，而使已累積在噴嘴孔口處或近處的沉積物產生脫位。確切來說，如同下文進一步說明，申請人已施加高於約 $2/3 A_{\max}$ 的峰值振幅，以在已變成部份阻塞的微滴產生器中使污染物脫位並恢復可接受的指向穩定性。

第17A圖顯示一具有一實質矩形週期形狀的週期波形1700，以供驅動一電致動器以產生一流體中的一擾動。週期波形1700具有一有限上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、 50kHz 的週期頻率、及約 2V 的峰值振幅。譬如，波形1700代表可利用連接橫越終端的一示波器所測量之一波形，其中來自一信號產生器的信號係輸入至一可電致動元件，諸如第3圖所示的可電致動元件150。

本文所用的“峰值振幅”用語及其衍生物係指最大值瞬間振幅減去最小值瞬間振幅。因此，對於具有以伏特測量的振幅之第17A圖所示的波形，峰值振幅是 1.0V 減去 $-1.0\text{V}=2.0\text{V}$ 。類似地，對於一週期擾動，峰值振幅被計算成最大值瞬間擾動振幅減去最小值瞬間擾動振幅。

第17B圖顯示波形1700的傅立葉轉換(Fourier

transform)(頻譜)。申請人已將第17A圖的波形施加至一具有第3圖所示配置的微滴產生器，並發現具有約2V峰值振幅的波形係對應於第16圖的圖形上之 $A_{\min}$ ，其中峰值振幅(2V)係位於適合產生微滴以供產生一EUV輸出之峰值振幅的下端。申請人亦發現：一具有約6V峰值振幅的波形係對應於第16圖的圖形上之 $A_{\max}$ ，其中峰值振幅(6V)係位於適合產生微滴以供產生一EUV輸出之峰值振幅的高端。

第18A圖顯示一具有一實質矩形週期形狀之週期波形1800，以供驅動一電致動器來產生一流體中的一擾動。週期波形1800係具有與第17A圖所示週期波形1700相同的有限上升時間、約20 μ s的週期、50kHz的週期頻率、及約5V的峰值振幅。譬如，波形1800代表可利用連接橫越終端的一示波器所測量之一波形，其中來自一信號產生器的信號係輸入至一可電致動元件，諸如第3圖所示的可電致動元件150。第18B圖顯示波形1800的傅立葉轉換(Fourier transform)(頻譜)。申請人已將第18A圖的波形施加至一具有第3圖所示配置的微滴產生器，並發現具有約5V峰值振幅的波形係位於適合產生微滴以供產生一EUV輸出之峰值振幅的範圍內，且可用來使得已經累積於噴嘴孔口處或近處的沉積物脫位並使得已變成部份阻塞的微滴產生器中恢復可接受的指向穩定性。

比較第18B圖所示的頻譜與第17B圖所示的頻譜可看出：令用來驅動可電致動元件之波形的峰值振幅增加(第18B圖)，係顯著地增大基頻的振幅—在此實例中是50kHz，

以及較高的諧波。

第19A圖顯示一具有一實質矩形週期形狀之週期波形1900，以供驅動一電致動器來產生一流體中的一擾動。週期波形1900係具有與第17A圖所示週期波形1700相同的有限上升時間、約 $8.33\mu\text{s}$ 的週期、 120kHz 的週期頻率、及約 2V 的峰值振幅。譬如，波形1900代表可利用連接橫越終端的一示波器所測量之一波形，其中來自一信號產生器的信號係輸入至一可電致動元件，諸如第3圖所示的可電致動元件150。第19B圖顯示波形1900的傅立葉轉換(Fourier transform)(頻譜)。申請人已將第19A圖的波形施加至一具有第3圖所示配置的微滴產生器，並發現可利用具有約 2V 峰值振幅及 120kHz 週期頻率的波形使得已累積在噴嘴孔口處或近處的沉積物脫位、並使得已變成部份阻塞的微滴產生器中恢復可接受的指向穩定性。

比較第19B圖所示的頻譜與第17B圖所示的頻譜可看出：令用來驅動可電致動元件之波形的週期頻率增加(第19B圖)，係使得頻率的振幅顯著增加至高於第17A圖波形的基頻(50kHz)。

第20A圖顯示一具有一實質矩形週期形狀之週期波形2000，以供驅動一電致動器來產生一流體中的一擾動。如圖所示，週期波形2000係具有與第17A圖所示週期波形1700相同的有限上升時間、約 $8.33\mu\text{s}$ 的週期、 120kHz 的週期頻率、及約 5V 的峰值振幅。譬如，波形2000代表可利用連接橫越終端的一示波器所測量之一波形，其中來自一信號產

生器的信號係輸入至一可電致動元件，諸如第3圖所示的可電致動元件150。第20B圖顯示波形2000的傅立葉轉換(Fourier transform)(頻譜)。申請人已將第20A圖的波形施加至一具有第3圖所示配置的微滴產生器，並發現可利用具有約5V峰值振幅及120kHz週期頻率的波形使得已累積在噴嘴孔口處或近處的沉積物脫位、並使得已變成部份阻塞的微滴產生器中恢復可接受的指向穩定性。

比較第20B圖所示的頻譜與第17B圖所示的頻譜可看出：令用來驅動可電致動元件之波形的週期頻率增加(第20A圖)，係使得頻率的振幅顯著增加至高於第17A圖波形的基頻(50kHz)。

第21圖是顯示一製程2100的流程圖，製程2100係可用來決定一波形以供驅動一可電致動元件以同時地產生適合成一在一輻照區產生電漿的EUV之微滴並使污染物自一噴嘴孔口脫位。如第21圖所示，製程2100可包括將一雷射束導引至一輻照區(方塊2102)及提供一微滴源，微滴源係包含一離開一孔口的流體以及一具有一可電致動元件之次系統，可電致動元件產生流體中的一擾動，可電致動元件由一波形所驅動(方塊2104)。譬如，微滴源可包括第2、2A、2B、2C或3圖所示的組態之一者。波形可由一信號產生器所產生並經由電線纜傳輸至可電致動元件，並可譬如利用橫越終端的一示波器作測量，其中線纜連接至可電致動元件。

接著，如方塊2106所示，可決定用以產生在抵達輻照區前完全地聚結的微滴且具有對於未阻塞孔口的穩定微滴

指向之從 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 之一範圍的峰值振幅。譬如，藉由上述建置，信號產生器的輸出可被增量性調整以產生具有增加的峰值振幅(而無改變的波形形狀或週期頻率)之驅動波形(在示波器測量)同時觀察所產生的微滴流。確切來說，可觀察微滴聚結及指向穩定性。在一相對較低峰值振幅開始，可觀察由於雜訊所致的隨機性微滴形成。藉由增加中的峰值振幅，可觀察到相對較弱的微滴聚結，其不足以造成微滴在抵達輻照區(第16圖的區I)之前完全地聚結。藉由峰值振幅的再進一步增加，可觀察到微滴聚結足以造成微滴在抵達輻照區之前完全地聚結。發生完全聚結之最小值峰值振幅 $A_{\min}$ 係可依據噴嘴孔口與輻照區之間的距離而定。令從 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 的範圍內之峰值振幅增大，係繼續產生在抵達輻照區之前完全地聚結且只要孔口保持未阻塞則具有穩定微滴指向(第16圖的區II)之微滴，在大於約 $A_{\max}$ 的峰值振幅(第16圖的區III)，申請人已注意到微滴指向並不穩定，縱使孔口保持未阻塞亦然。確切來說，在部分測試中，申請人已注意到：在微滴產生的僅數小時之後，微滴指向變得不穩定。

一旦已經決定用以產生在抵達輻照區前完全地聚結且對於一未阻塞孔口具有穩定微滴指向的微滴之從 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 的峰值振幅的範圍，方塊2108顯示：下個步驟可能以一具有一峰值振幅 A 的波形來驅動可電致動元件，峰值振幅 A 大於約 $2/3 A_{\max}$ 且小於 $A_{\max}$ 以產生微滴以供在輻照區生成一EUV產生電漿。在此範圍內，申請人相信係發生可使已沉積在噴嘴孔口處或近處的污染物脫位之致動器引發噴嘴

清潔。致動器引發噴嘴清潔可譬如由於較高頻(亦即高於基頻的頻率，如第18B圖所示)的增大振幅而發生。

第22圖是顯示一可用來產生供輻照用以產生一EUV輸出(初始輸出模式)之微滴同時以一造成不只一非實質量的致動器引發噴嘴清潔(清潔模式)的波形來週期性驅動一微滴產生器的可電致動元件之製程2200的流程圖。如圖所示，製程2200首先開始係以一產生用於EUV產生的微滴之波形來驅動一微滴產生器的可電致動元件(方塊2202)。這可譬如為一週期波形，其具有一包含一有限上升時間及40至100kHz之間的週期頻率及2至6V之間的峰值振幅之實質矩形週期形狀。或者，上述其他波形形狀的一者可適合產生供輻照用的微滴以產生一EUV輸出，諸如一正方波，一峰值非正弦曲線波，諸如一快速脈衝波形，一快速斜坡波形或一辛克函數(sinc function)波形，或一經調變波形，諸如一經頻率調變波形或一經振幅調變波形。

藉由一微滴流，方塊2204顯示可測量出微滴指向。譬如，流中之一或多個微滴的位置可相對於一所欲的軸線被決定。如上述，微滴位置可利用一諸如攝影機或光源等微滴成像器所決定，諸如一半導體雷射可將一波束導引經過微滴流路徑來到一偵測器，諸如一光偵測器陣列、崩潰光電二極體或光電倍增器，其隨後輸出一表示微滴位置的信號。微滴位置可在一或多個軸線被決定。譬如，將所欲的指向路徑定義成X軸，可以Y軸中相距X軸的一距離來測量微滴位置，且可以Z軸中相距X軸的一距離來測量微滴位

之後，一具有10V峰值振幅的波形。

在部分配置中，微滴產生器可在一中介期間中被置於清潔模式中，而不測量微滴指向或不具有落在一系統規格外的微滴指向測量。譬如，微滴產生器可譬如以一週期排程—譬如每個適當中介期間、每隔一個適當中介期間等—經由控制演算法被置於清潔模式中。或者，可測量及使用另一參數來決定微滴產生器是否在下個適當中介期間被置於清潔模式中。譬如，可使用一指示出諸如輸出EUV、EUV轉換效率或角度性EUV強烈度分佈等微滴-雷射對準之參數。

在另一實行方式中，清潔波形的週期頻率可在一清潔模式期間被改變。譬如，週期頻率可掃掠過週期頻率的一範圍。藉由掃掠過週期頻率的一範圍，可施加與微滴產生器的一或多個自然共振頻率呈現對應之頻率。使一或多個所施加頻率匹配於一或多個微滴產生器共振頻率，係可有效提高清潔效率。對於掃掠過週期頻率的一範圍而言，可利用添加或取代方式在一清潔模式期間中修改波形形狀。譬如，可修改各波期間的上升時間或下降時間以改變成一清潔期間所施加的頻譜。

第2B及4圖顯示具有多重的可電致動元件之微滴產生器。在使用中，可電致動元件的至少一者可由一波形被驅動以產生適合用於EUV產生之微滴。在一清潔模式期間中，至少另一可電致動元件可藉由一適合用於使污染物脫位之波形所驅動。用於EUV產生微滴的可電致動元件可繼續在清潔期間中被EUV產生中所採用的相同波形、一不同

波形所驅動，或者可能未被驅動(譬如解除增能)。清潔模式中所採用之可電致動元件的置放、數目、尺寸、形狀及類型可能係不同於用來產生適合EUV生產的微滴之可電致動元件的置放、數目、尺寸、形狀及類型。在一配置中，清潔模式中所採用的可電致動元件係組構成產生沿著毛細管長度被對準的振動以激勵縱向共振模式。

熟習該技術者將瞭解：上述實施例僅預定作為範例而無意限制本申請案廣泛想見之標的物的範圍。熟習該技術者將瞭解：可在本文揭露的標的物範圍內對於所揭露的實施例作出添加、刪除及修改。申請專利範圍預定在範圍及意義上不只涵蓋所揭露的實施例，並且亦涵蓋熟習該技術者將得知的均等物及其他修改與變化。除非另外明述，申請專利範圍中以單數提及元件或以“一”冠詞提及元件時係預定表示該元件的“一或多者”。本文提供的揭示均無意貢獻予公眾，不論該揭示是否明述於申請專利範圍中皆然。

【圖式簡單說明】

第1圖顯示與一曝光裝置呈耦合之一EUV光源的簡化示意圖；

第1A圖顯示一包括一EUV光源之裝備的簡化示意圖，該EUV光源具有一LPP EUV光輻射器；

第2、2A至2C、3及4圖顯示使一或多個可電致動元件耦合於一流體以在離開一孔口的一流中生成一擾動之數種不同技術；

第5圖顯示由一單頻、未調變擾動波形所導致之微滴圖

案；

第6圖顯示由一經振幅調變擾動波形所導致之微滴的圖案；

第7圖顯示由一經頻率調變擾動波形所導致之微滴的圖案；

第8圖顯示對於一單頻、未調變波形擾動及數個經頻率調變波形擾動所獲得之錫微滴的照片；

第9圖顯示身為一正弦波信號的奇數諧波的一疊置之一正方波的代表圖；

第10圖顯示從輸出孔口以 $\sim 40\text{mm}$ 取得在 30kHz 以一正方形波調變所獲得的微滴之影像；

第11圖顯示從輸出孔口以 $\sim 120\text{mm}$ 取得在 30kHz 以一正方形波調變所獲得的微滴之影像；

第12A至D圖顯示一矩形波(第12A圖)調變之實驗結果，包括一矩形波的一頻譜(第12B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第12C圖)以及從輸出孔口以 450mm 取得的聚結微滴之一影像(第12D圖)；

第13A至D圖顯示快速脈衝(第13A圖)調變之實驗結果，包括一快速脈衝的一頻譜(第13B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第13C圖)以及從輸出孔口以 450mm 取得的聚結微滴之一影像(第13D圖)；

第14A至D圖顯示快速斜坡波(第14A圖)調變之實驗結果，包括一快速斜坡波的一頻譜(第14B圖)；從輸出孔口以 20mm 取得的微滴之一影像(第14C圖)以及從輸出孔口以

450mm取得的聚結微滴之一影像(第14D圖)；及

第15A至D圖顯示一辛克函數(sinc function)波(第15A圖)調變之實驗結果，包括一辛克函數波的一頻譜(第15B圖)；從輸出孔口以20mm取得的微滴之一影像(第15C圖)以及從輸出孔口以450mm取得的聚結微滴之一影像(第15D圖)；

第16圖顯示一諸如第3圖所示的微滴產生器等微滴產生器之擾動峰值振幅區的圖形；

第17A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、50kHz的週期頻率、及約2V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第17B圖顯示第17A圖所示的波形之一頻譜；

第18A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、50kHz的週期頻率、及約5V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第18B圖顯示第18A圖所示的波形之一頻譜；

第19A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形狀、一有限的上升時間、約 $20\mu\text{s}$ 的週期、120kHz的週期頻率、及約2V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第19B圖顯示第19A圖所示的波形之一頻譜；

第20A圖顯示一週期波形，其具有一實質矩形的週期形

狀、一有限的上升時間、約20 μ s的週期、120kHz的週期頻率、及約5V的峰值振幅，以驅動一電致動器產生一流體中的一擾動；

第20B圖顯示第20A圖所示的波形之一頻譜；

第21圖是顯示一可用來決定一波形之製程的流程圖，該波形用以驅動一可電致動元件以供同時地產生適合於在一輻照區生成一EUV產生電漿之微滴並使污染物從一噴嘴孔口脫位；及

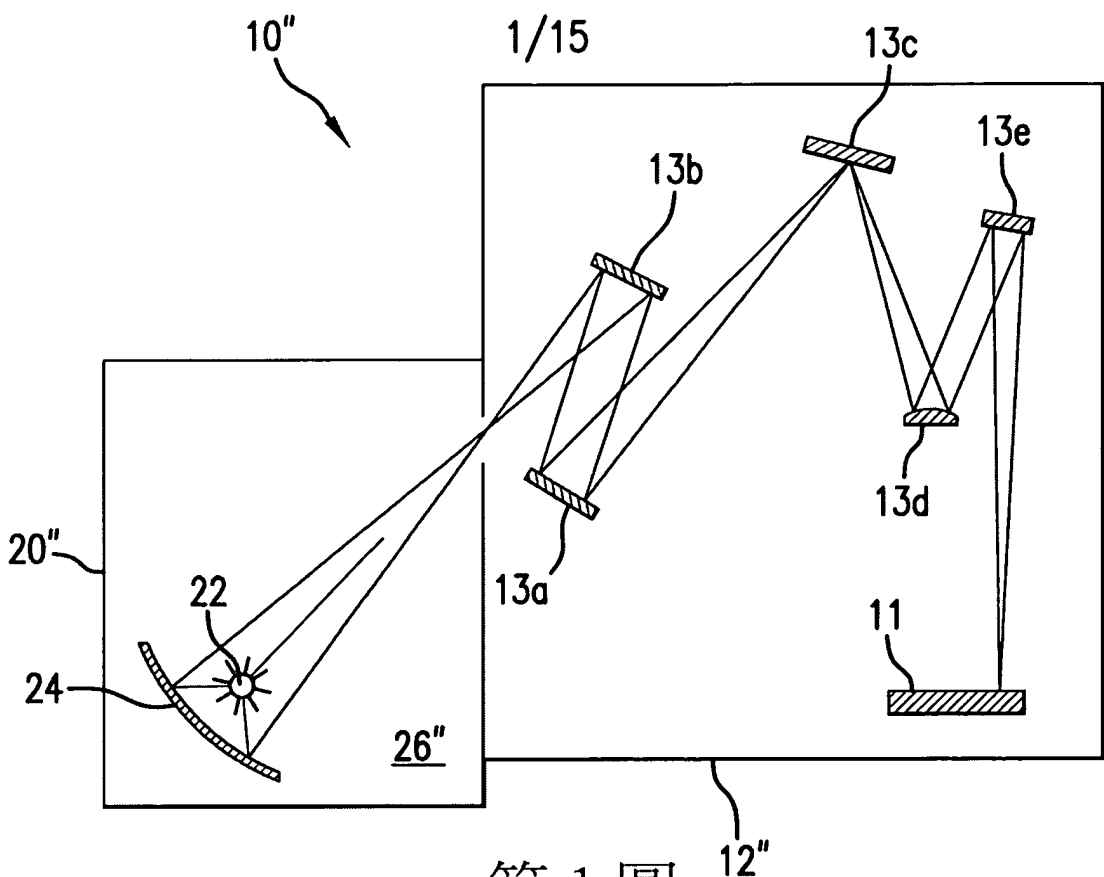
第22圖是顯示一製程的流程圖，可利用該製程產生用於輻照的微滴以產生一EUV輸出同時以一波形週期性地驅動一微滴產生器的可電致動元件，該波形造成致動器引發的噴嘴清潔功能。

【主要元件符號說明】

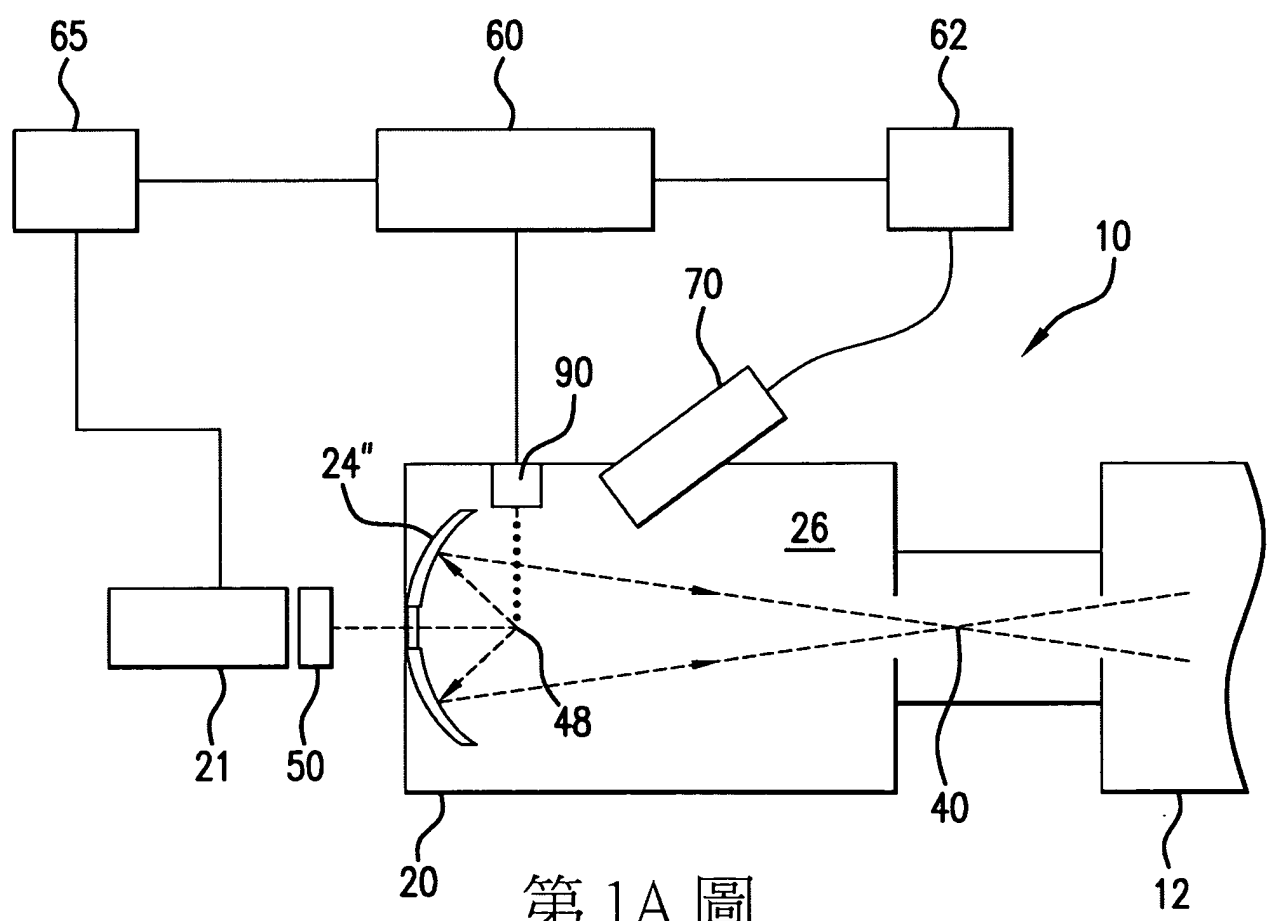
10…裝備	26”…腔室
10”…EUV光微影術裝備	40…中間區
11…基材	48…輻照區
12,12”…曝光裝置	50…波束調控單元
13a、b,24,24”…光學件	60…EUV控制器
13c…圖案化光學件	62…微滴位置偵測回饋系統
13d,13e…縮減投射光學件	65…驅動雷射控制系統
20,20”…EUV光源	70…微滴成像器
21…雷射系統	90…源材料輸送系統
22…EUV光輻射器	92…微滴源
26…光源腔室	94,108,120,130,140,140’…貯器

96…加壓流體	902…矩形波
98,114,132,146,146',152…孔口	902a,1002a,1102a,1202a,f…基頻
100,112,144,144'…連續流	902b-h,1002b-I,1102b-p,1202b-l
102a、b,116a、b,136a、b,148a、b, 148a'、b', 200,300,400…微滴	…諧波
104,118,124,126,138,150,150a; 150b…可電致動元件	1000…快速脈衝
106…信號產生器	1100…快速斜坡波
110,122,142,142'…管	1200…辛克函數(sinc function)波
128…板	1700,1800,1900,2000…週期波形
134,304,404…流	2100,2200…製程
202…單頻、正弦波擾動波形	2102,2104,2106,2108,2202, 2204,2206,2208…方塊
302…經振幅調變的擾動波形	2210,2212…線
306a、b…箭頭	A…峰值振幅
402…經頻率調變的擾動波形	$A_{\min}$ …最小值峰值振幅
800…正方波	I,II,III…區
802,804,806…波形	λ_c, λ_m …波長

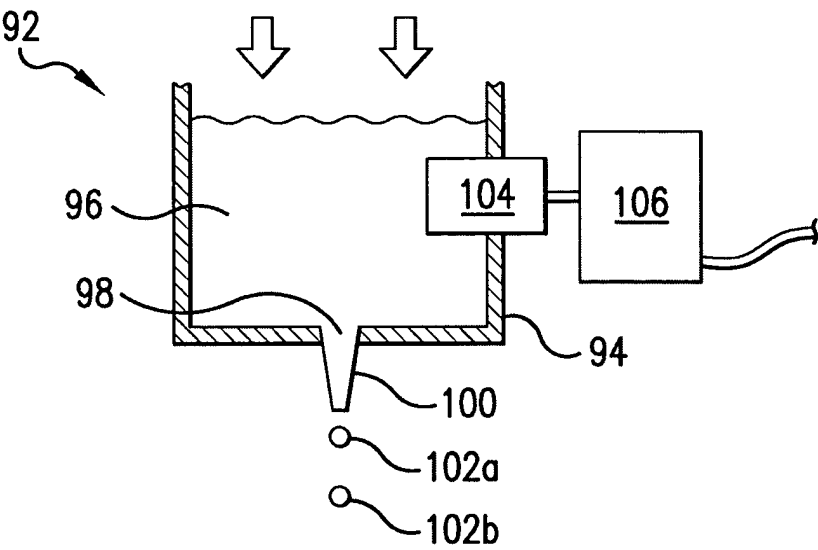
八、圖式：



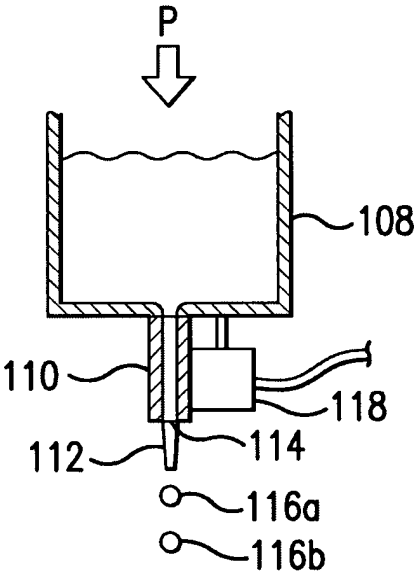
第 1 圖



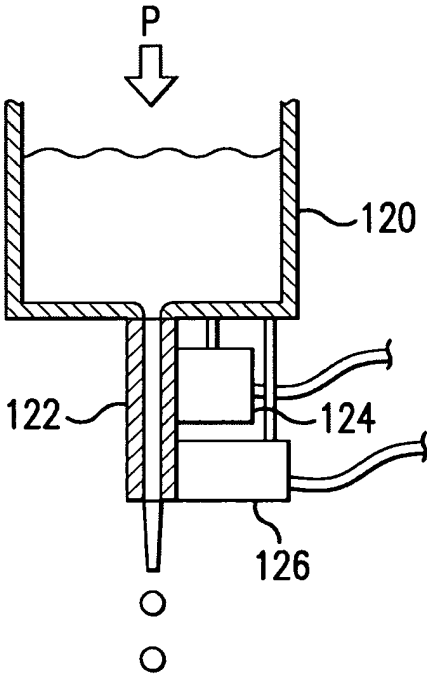
第 1A 圖



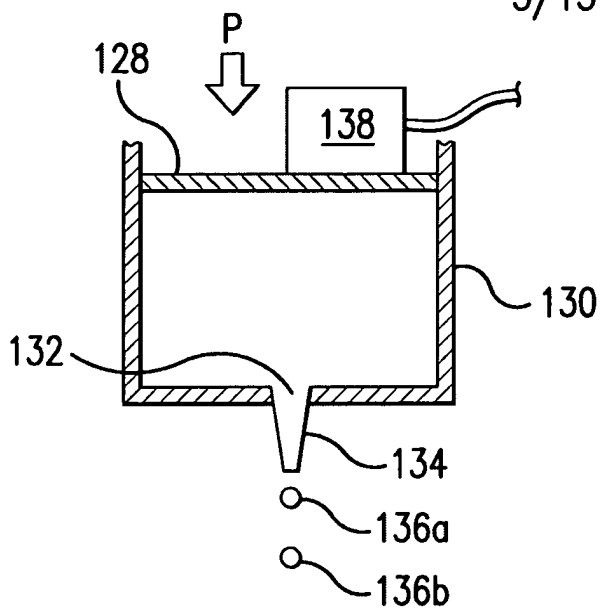
第 2 圖



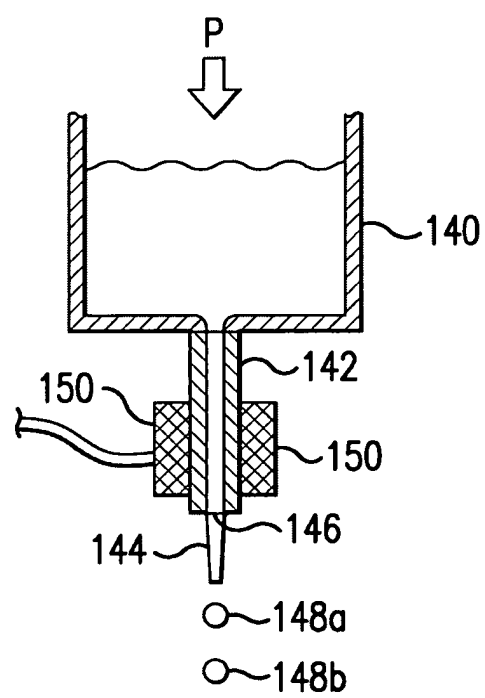
第 2A 圖



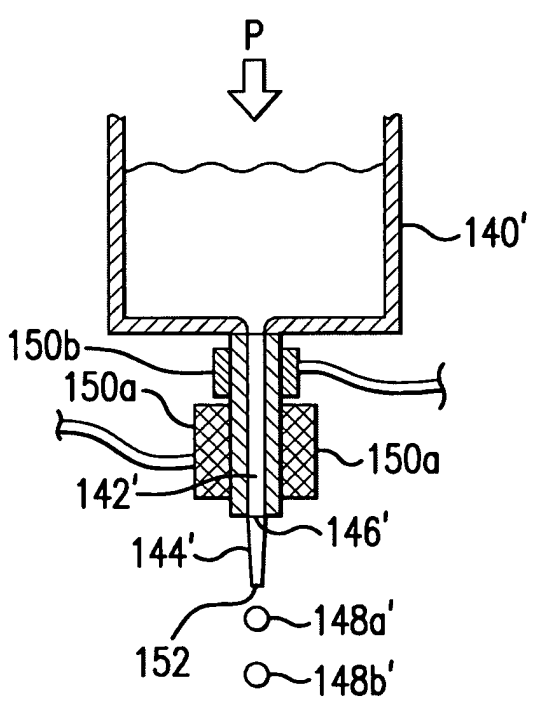
第 2B 圖



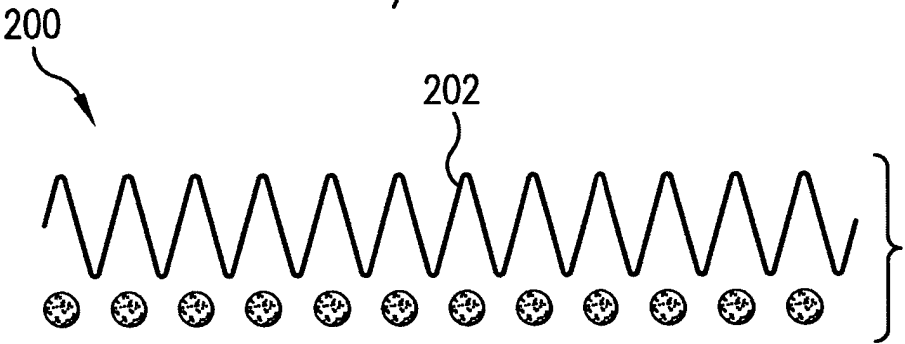
第 2C 圖



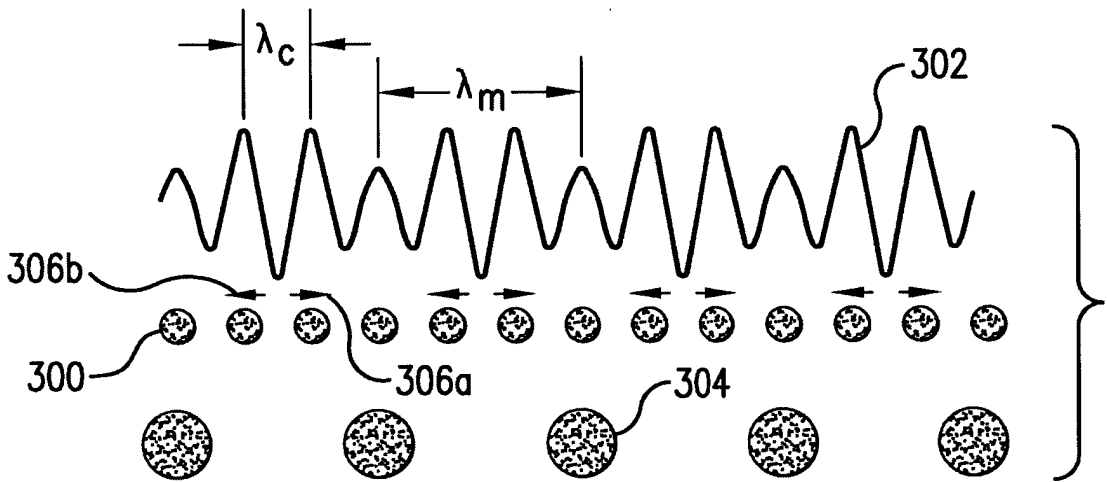
第 3 圖



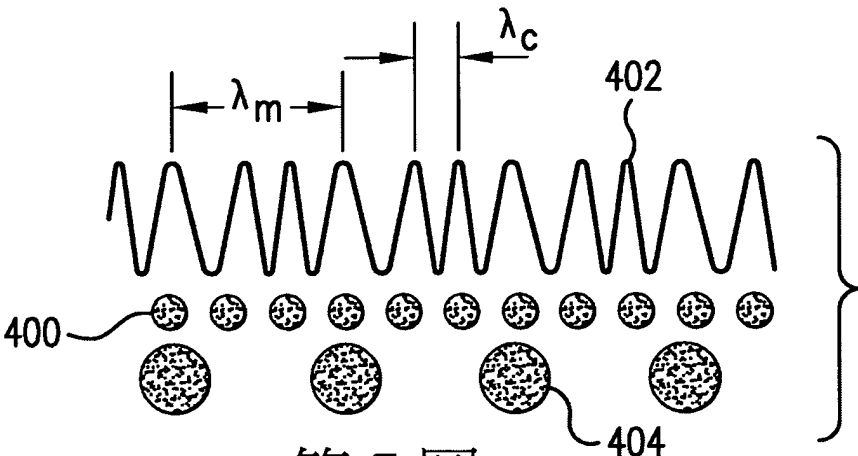
第 4 圖



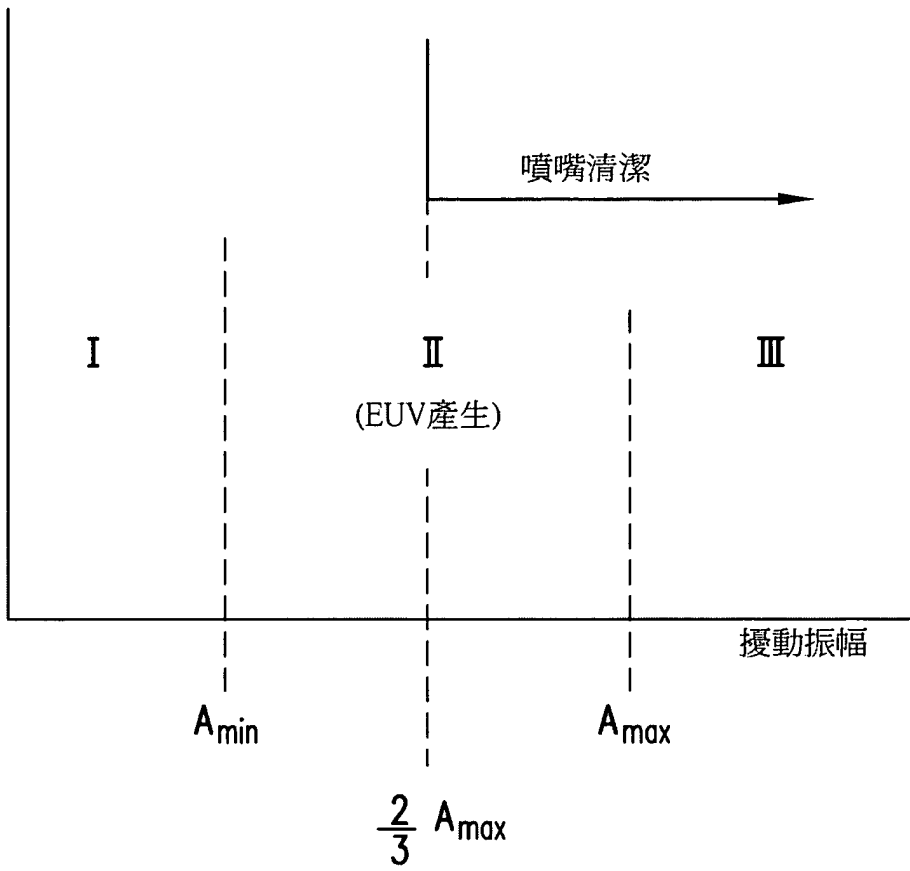
第 5 圖



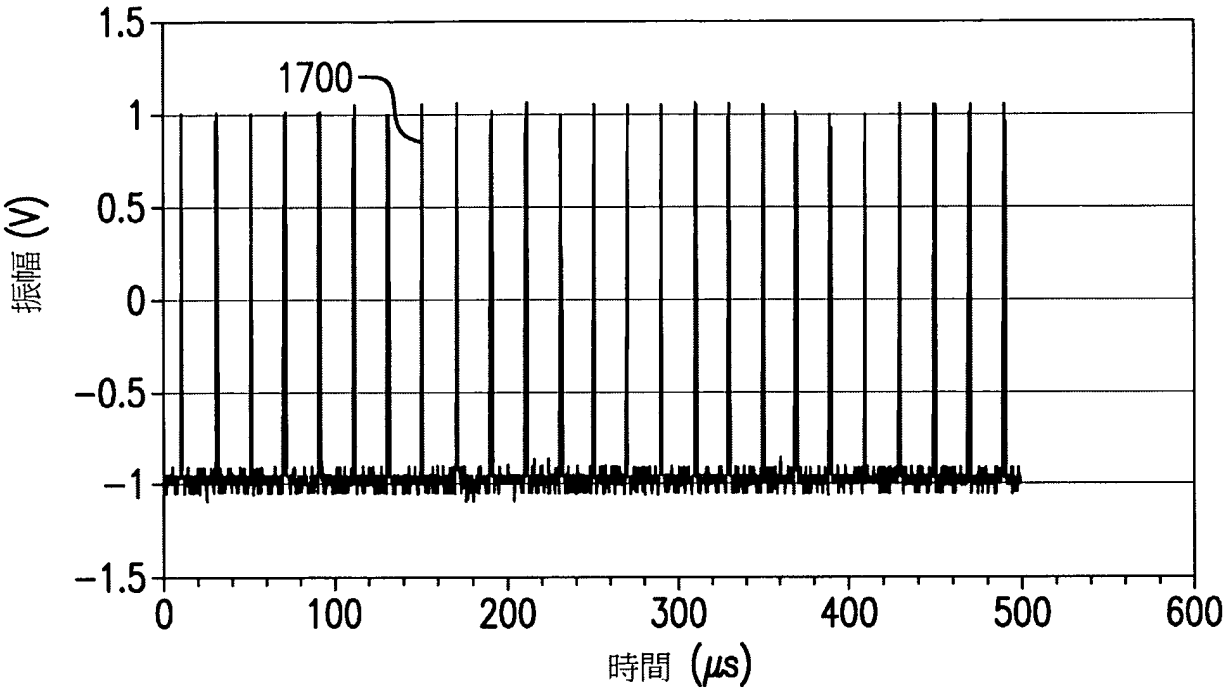
第 6 圖



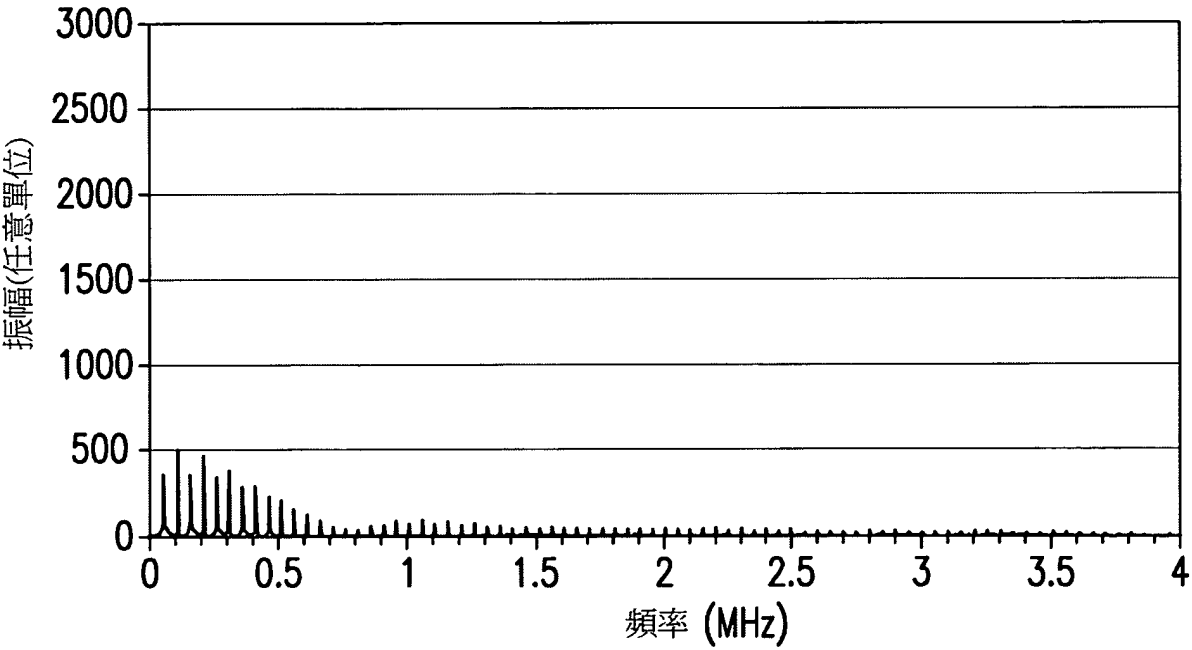
第 7 圖



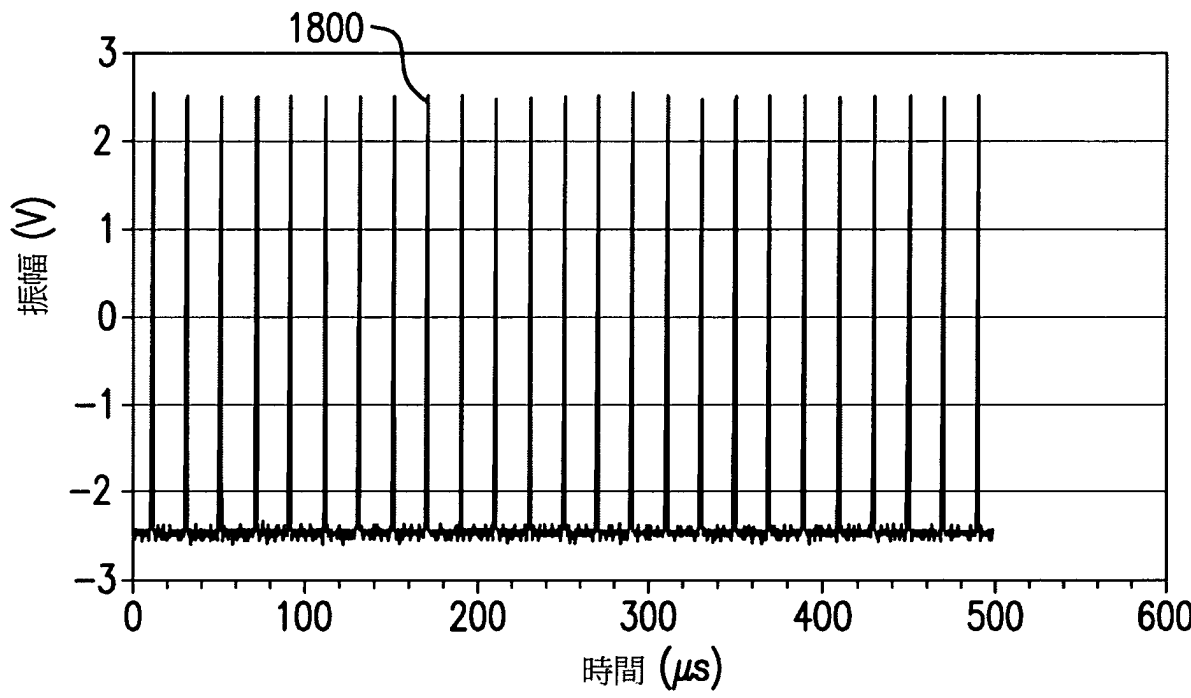
第 16 圖



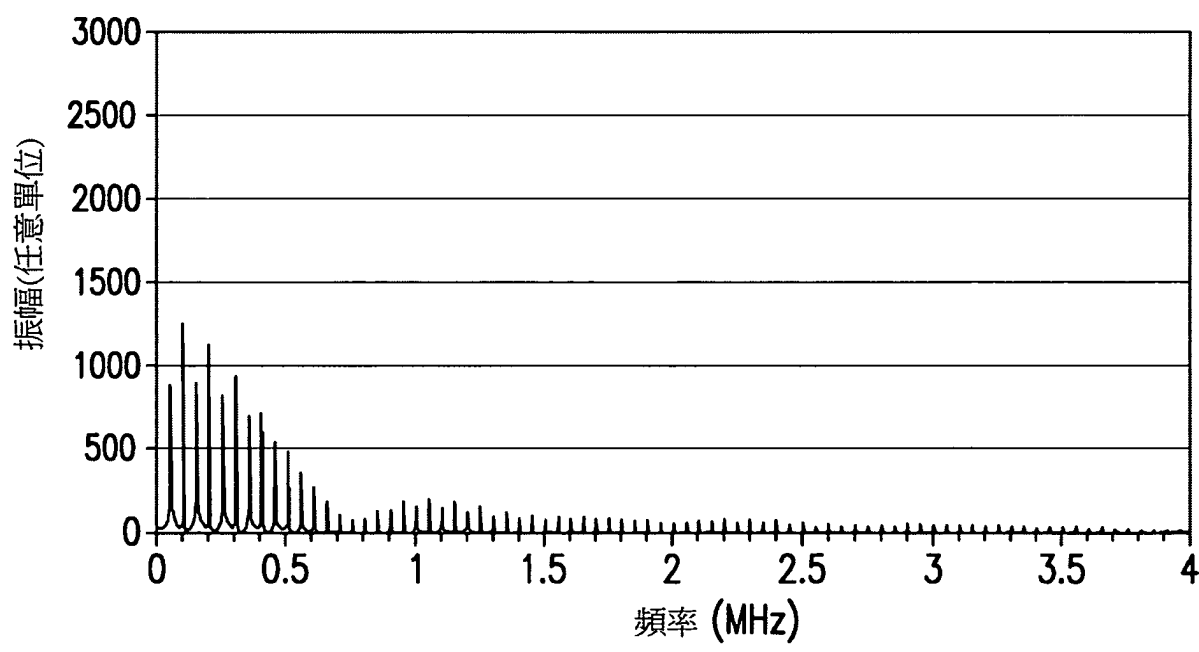
第 17A 圖



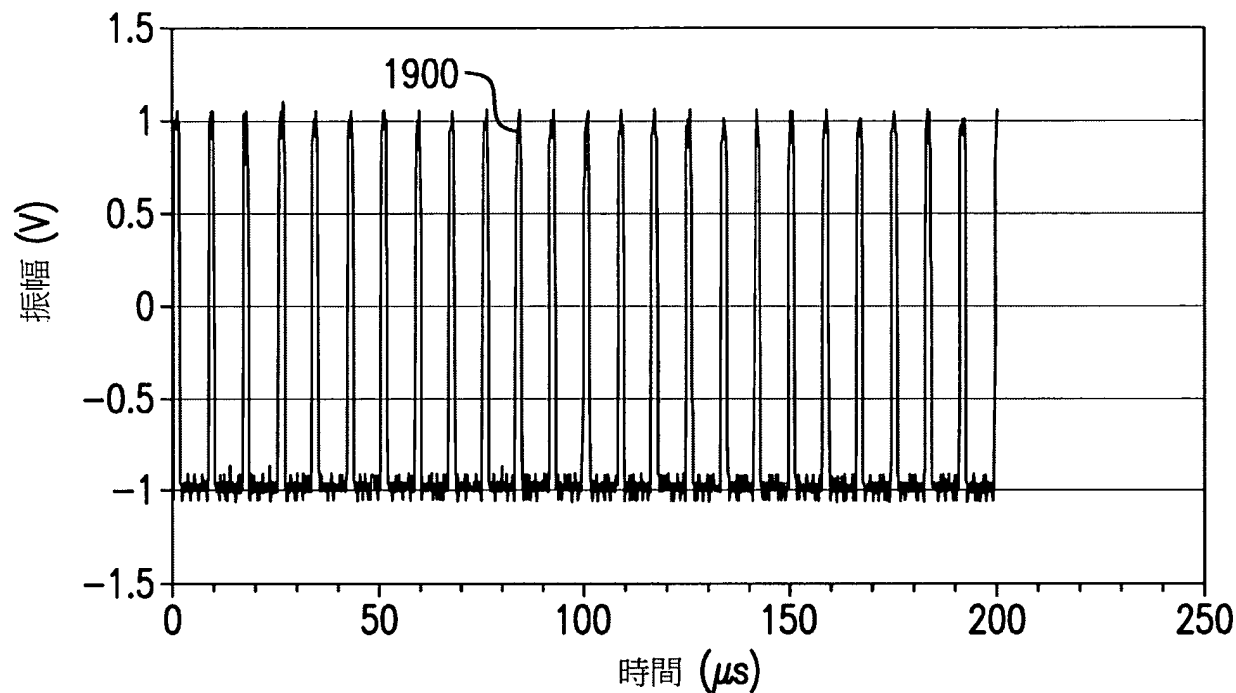
第 17B 圖



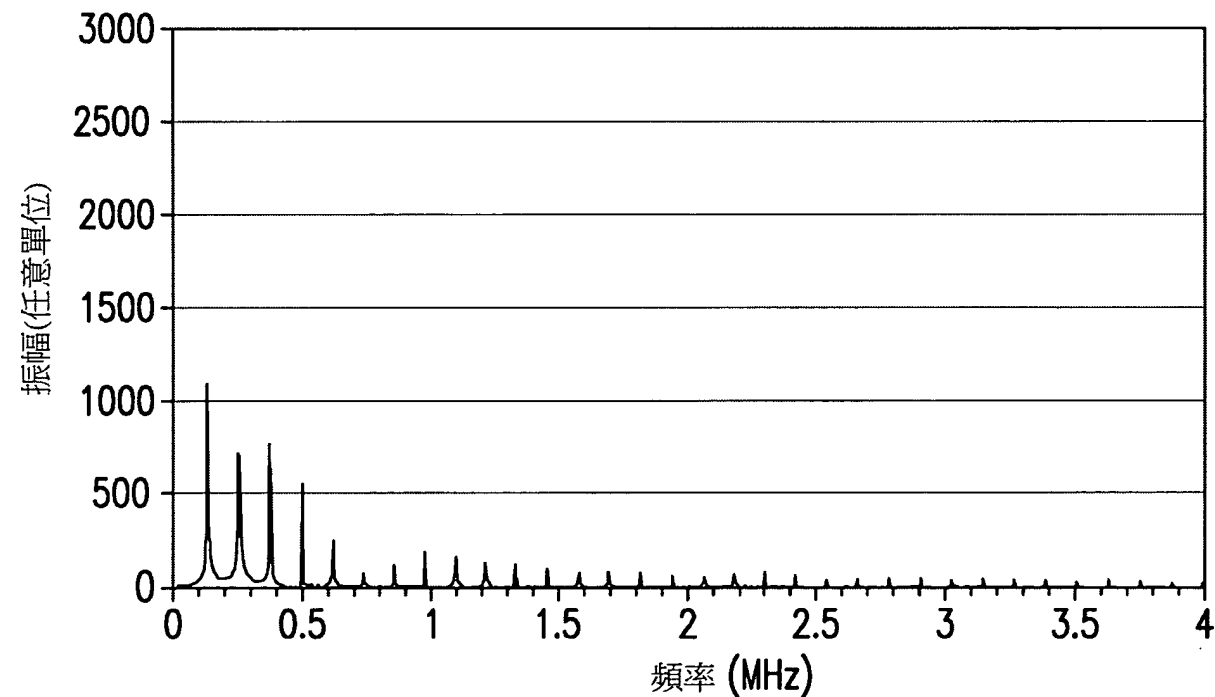
第 18A 圖



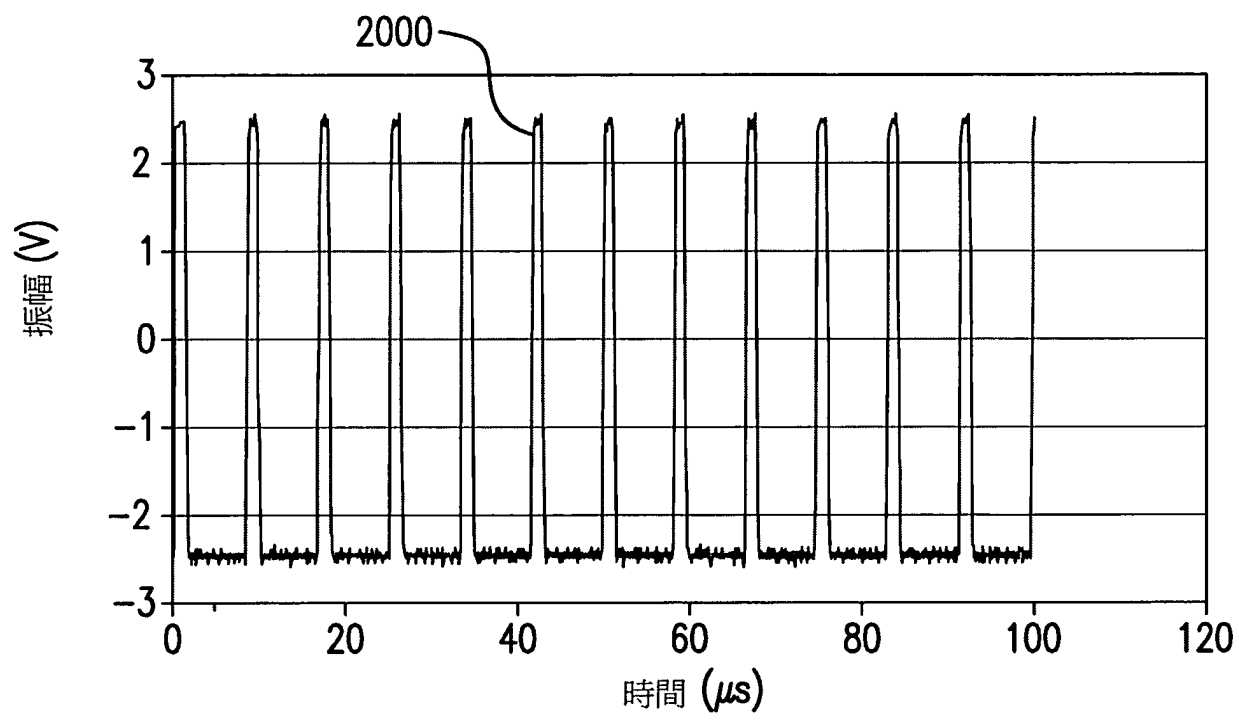
第 18B 圖



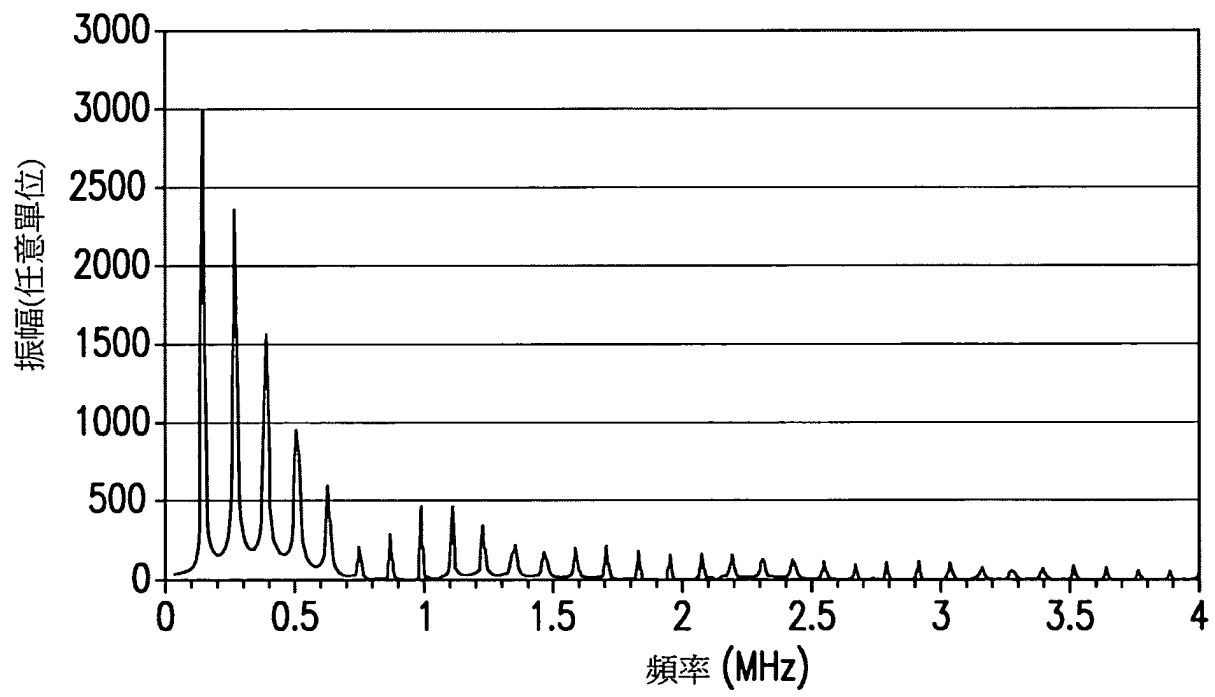
第 19A 圖



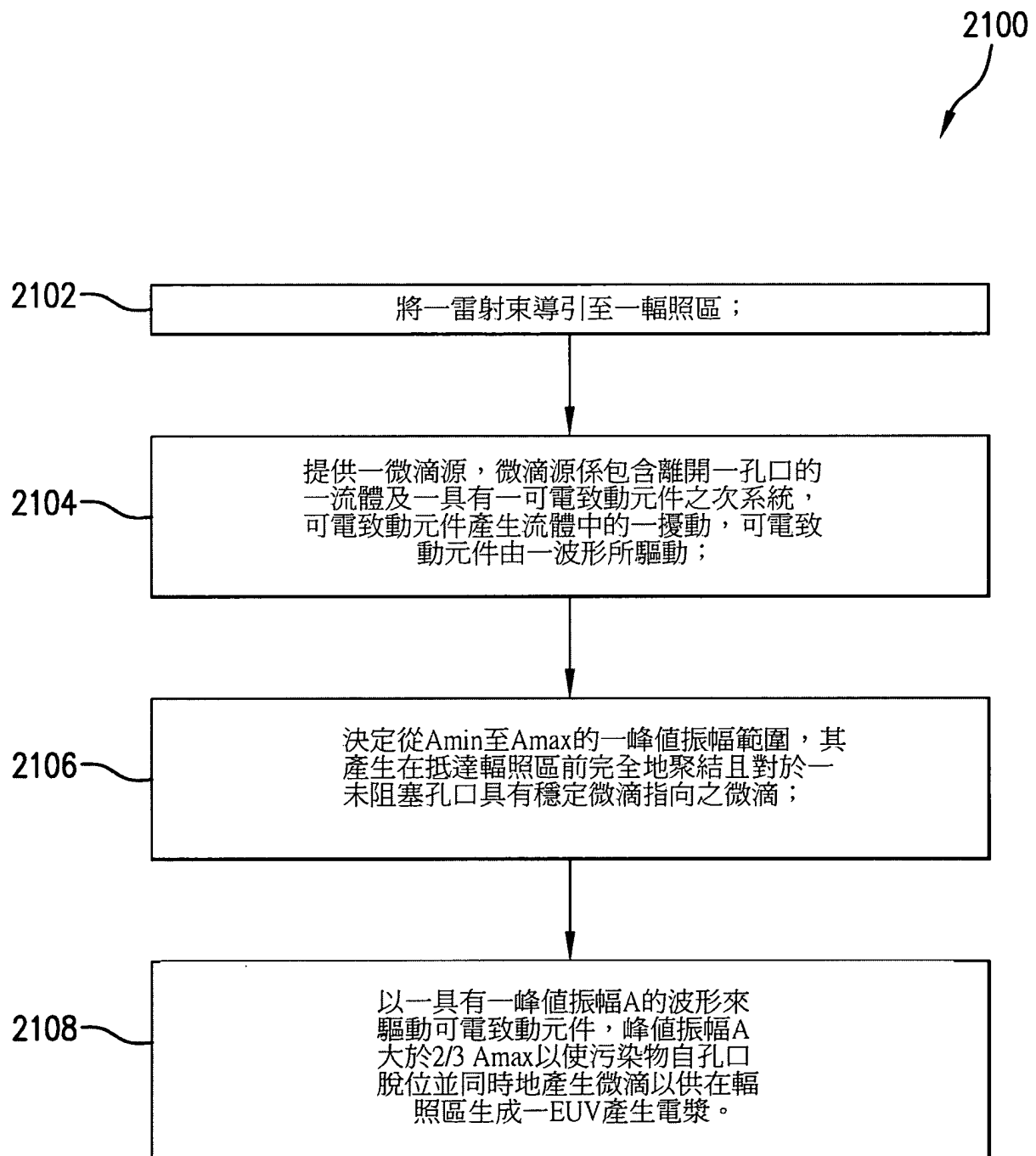
第 19B 圖



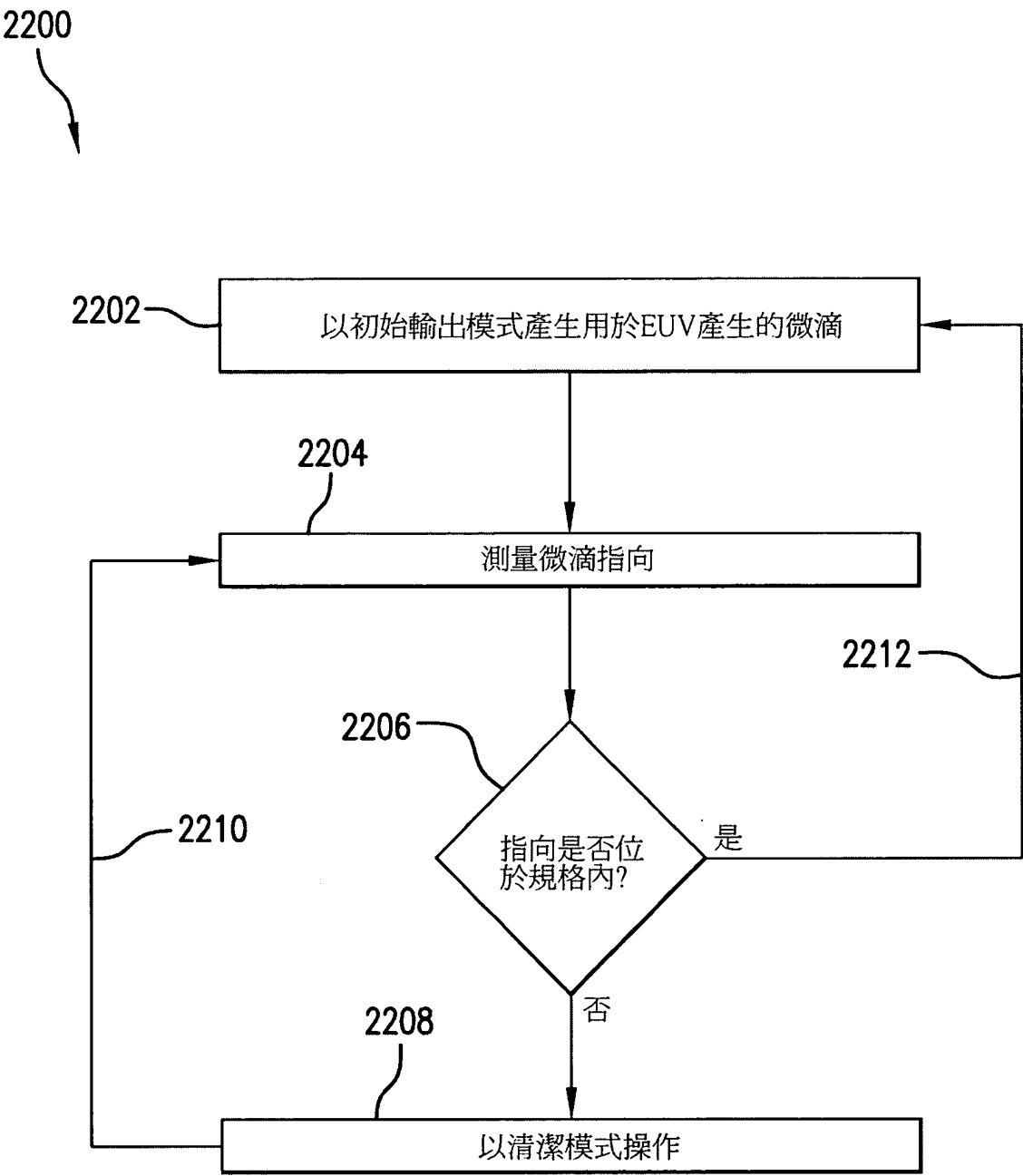
第 20A 圖



第 20B 圖



第 21 圖



第 22 圖

置。在部分實例中，數個微滴的位置可被平均，且可計算一標準差及/或作出某其他計算以決定一表示位置的數值。此數值可隨後與對於EUV光源所建立的一位置規格作比較，以決定微滴指向是否可被接受。沿著Y軸的規格可不同於沿著Z軸的規格。可在沿著位於微滴產生器輸出與輻照區之間的微滴路徑之一區位處測量距離。可對於Y及Z軸計算標準差，然後與一規格作比較。譬如，可對於部分光源使用約4至10 μm 的一標準差規格(對於輻照區處或近處的測量)。該規格可具有多重位準。可當微滴被一雷射束輻照時在一EUV輸出迸發中、在一中介期間中、或在兩者中，測量微滴指向。

第22圖顯示，若指向位於規格內(方塊2206)，微滴可繼續被產生以供輻照以利用初始輸出模式產生一EUV輸出。另一方面，若指向位於一規格外(方塊2206)，微滴產生器可以一清潔模式操作(方塊2208)。在清潔模式操作期間，線2210顯示微滴指向可繼續被測量(方塊2204)。若微滴指向恢復來到規格內(線2212)，微滴產生器可以初始輸出模式操作(方塊2202)。

用來以清潔模式驅動微滴產生器的可電致動元件之波形係可能不同於用以產生微滴以供EUV生產的初始輸出模式之波形(方塊2202)。譬如，清潔模式中所使用的波形可具有不同於初始輸出模式中所使用的週期形狀、週期頻率及/或峰值振幅。

譬如，清潔模式波形可為一具有一實質矩形週期形狀

的週期波形，該實質矩形週期形狀係包含一有限上升時間及大於約100kHz的週期頻率。在一實行方式中，初始輸出模式波形及清潔模式波形皆可為一包含一有限上升時間的實質矩形週期形狀之週期波形，其中初始輸出模式波形具有小於約100kHz的週期頻率且清潔模式波形具有大於約100kHz的週期頻率。兩波形的峰值振幅可相同或不同。在部分實例中，初始輸出模式波形的週期頻率可能被諸如最大值驅動雷射脈衝重覆率或某其他系統參數等的其他系統參數所拘限。

比較第20B圖所示的頻譜及第17B圖所示的頻譜可看出：令用來驅動可電致動元件之波形的頻譜增大(第20A圖)，係將頻率的振幅顯著地增加至高於第17A圖波形的基頻(50kHz)。如上述，致動器引發噴嘴清潔可譬如由於較高頻率的一增大振幅而發生。

在另一實行方式中，初始輸出模式及清潔模式波形皆可為一具有一包含一有限上升時間的實質矩形週期形狀之週期波形，其中初始輸出模式波形具有位於 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 範圍內的一峰值振幅(如上文參照第16圖所述)，清潔模式波形具有大於約 $2/3 A_{\max}$ 的一峰值振幅，且清潔模式波形具有大於初始輸出模式波形峰值振幅的一峰值振幅。兩波形的週期頻率可相同或不同。譬如若清潔模式所使用的峰值振幅位於約 $2/3 A_{\max}$ 與 $A_{\max}$ 之間，清潔模式期間所產生的微滴可適合於輻照以產生一EUV輸出。因此，在部分實例中，可發生從初始輸出模式改變至清潔模式，而不降低EUV光輸

出。在其他實例中，譬如若清潔模式所使用的峰值振幅大於 $A_{\max}$ ，清潔模式期間所產生的微滴可能不適合於輻照以產生一EUV輸出。

比較第18B圖所示的頻譜及第17B圖所示的頻譜可看出：令用來驅動可電致動元件之波形的頻譜增大(第18A圖)，係將頻率的振幅顯著地增加至高於第17A圖波形的基頻(50kHz)。如上述，致動器引發噴嘴清潔可譬如由於這些較高頻率的一增大振幅而發生。

或者，上述其他波形形狀的一者可適合作為一清潔模式波形，諸如一正弦曲線波，正方波，一峰值非正弦曲線波諸如一快速脈衝波形，一快速斜坡波形或一辛克函數(sinc function)波形，或一經調變波形，諸如一經頻率調變波形，或一經振幅調變波形。

若一指向測量顯示出指向位於一規格外，微滴產生器可繼續在初始輸出模式中產生微滴直到發生一適當中介期間為止，諸如曝光場域之間的一期間，當曝光工具更換晶圓時的一期間，當曝光工具交換離開一固持一數量的晶圓之所謂“舟”或匣時的一期間，或當曝光工具或光源進行量測術、進行一或多個維護功能、或進行某其他排程或未排程製程時的一期間。

在一適當的中介期間中，微滴產生器可被置於清潔模式中。如上述，清潔模式波形可亦適合於產生供EUV生產用的微滴。對於此實例，微滴產生器可繼續使用清潔模式來生產微滴以供下股迸發的輸出EUV脈衝。亦如上述，清

104
年11月23日修正替換頁

潔模式波形可能並不產生適合於生成供EUV產生用的微滴之微滴。在此實例中，在產生供下股迸發之輸出EUV脈衝用的微滴之前，微滴產生器模式可從清潔模式改變至初始輸出模式。或者，在產生供下股迸發的輸出EUV脈衝用的微滴之前，微滴產生器模式可從清潔模式改變成不同於初始輸出模式的另一輸出模式。譬如，初始輸出模式可使用一對於初始輸出模式具有2V峰值振幅、對於清潔模式具有10V峰值振幅之波形，以及一對於一將微滴產生器置於清潔模式的中介期間過後的一股迸發具有5V峰值振幅之波形。

如上述，可採用二或更多個規格位準。譬如，若微滴指向超過一第一規格位準，可指示出過渡至一清潔模式，但可使其延遲一特定類型的中介期間。若指向超過一第二規格位準，清潔模式可被較早觸發、或在部分實例中被立即觸發。或者，微滴指向誤差量可決定所採用清潔模式的類型。譬如，若測量出的微滴指向位於第一規格之外，譬如，可使用一控制演算法在下個適當的中介期間以一亦適合產生供EUV產生用的微滴之清潔模式波形將微滴產生器置於清潔模式中。另一方面，若測量出的微滴指向位於第二規格之外，譬如，可使用一控制演算法在下個適當的中介期間以不適合產生供EUV產生用的微滴之清潔模式波形將微滴產生器置於清潔模式中。譬如，初始輸出模式係可使用一對於初始輸出模式具有2V峰值振幅的波形；測量出的微滴指向位於第一規格外之後，一對於清潔模式具有5V峰值振幅的波形；以及測量出的微滴指向位於第二規格外

發明專利說明書

中文說明書替換頁(104 年 11 月 23 日)

(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：101110364

※ 申請日：101 年 3 月 26 日

※ IPC 分類：H05G 2/00 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

EUV裝置及其操作方法

EUV DEVICE AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明係揭露用於產生EUV輻射之系統(及用於該系統之方法)，其包含一產生被導引至一輻照區的一雷射束之配置以及一微滴源。微滴源係包括一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生流體中的一擾動。可電致動元件係由一第一波形被驅動以產生供輻照用的微滴以產生EUV輻射，第一波形產生的微滴具有不同的初始速度而隨著微滴移行至輻照區造成至少部分的相鄰微滴聚結，並由一不同於第一波形之第二波形被驅動，以使污染物自孔口脫位。

三、英文發明摘要：

Systems (and methods therefor) for generating EUV radiation that comprise an arrangement producing a laser beam directed to an irradiation region and a droplet source. The droplet source includes a fluid exiting an orifice and a sub-system having an electro-actuatable element producing a disturbance in the fluid. The electro-actuatable element is driven by a first waveform to produce droplets for irradiation to generate the EUV radiation, the droplets produced by the first waveform having differing initial velocities causing at least some adjacent droplets to coalesce as the droplets travel to the irradiation region, and a second waveform, different from the first waveform, to dislodge contaminants from the orifice.

七、申請專利範圍：

1. 一種EUV裝置，包含：

一系統，其產生被導引至一輻照區的一雷射束；及
一微滴(droplet)源，其包含一離開一孔口之流體及
一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生
該流體中的一擾動，該可電致動元件係由一第一波形所
驅動以產生供輻照用的微滴以生成EUV輻射，該第一波
形產生的該等微滴具有不同的初始速度而隨著該等微滴
移行至該輻照區造成至少部分相鄰微滴聚結
(coalesce)，並由一不同於該第一波形之第二波形所驅
動，以使污染物自該孔口脫位(dislodge)。

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形具有比該第二波形更低的一週期頻率。
3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形具有與該第二波形不同的一週期形狀。
4. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形具有比該第二波形更小的一峰值振幅。
5. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形包含一序列的電脈衝，其中各電脈衝具有一足夠短的上升時間及足夠短的下降時間中的至少一者以生成一基頻及該基頻的至少一諧波。
6. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該孔口係形成於一管的一端，且該可電致動元件是環形並被定位為圍繞該管的一周緣。
7. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形係選自

下列各者所組成之波形的群組：一正方波、矩形波及峰值非正弦曲線波。

8. 如申請專利範圍第7項之裝置，其中該峰值非正弦曲線波係選自下列各者所組成之波形的群組：一快速脈衝波形、一快速斜坡波形及一辛克函數(sinc function)波形。
9. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一波形包含選自下列各者所組成之經調變波形的群組之一波形：一經頻率調變波形及一經振幅調變波形。
10. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第二波形從一第一週期頻率過渡至一第二週期頻率。
11. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第二波形係掃掠過複數個週期頻率。
12. 一種用於操作一EUV裝置之方法，包含下列步驟：
 - 導引一雷射束至一輻照區；
 - 提供一微滴源，該微滴源係包括一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生該流體中的一擾動；
 - 以一第一波形驅動該可電致動元件，以產生供該雷射束的輻照用的微滴以生成EUV輻射，該等微滴具有不同的初始速度而隨著該等微滴移行至該輻照區造成至少部分相鄰微滴聚結；及
 - 以一不同於該第一波形之第二波形驅動該可電致動元件，以使污染物自該孔口脫位。
13. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該第一波形具有比

該第二波形更低的一週期頻率。

14. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該第一波形具有與該第二波形不同的一週期形狀。

15. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該第一波形具有比該第二波形更小的一振幅。

16. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該第一波形包含一序列的脈衝式擾動，其中各脈衝式擾動具有一足夠短的上升時間及足夠短的下陷時間中的至少一者以生成一基頻及該基頻的至少一諧波。

17. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該孔口係形成於一管的一端，且該可電致動元件是環形並被定位為圍繞該管的一周緣。

18. 一種EUV裝置，包含：

一系統，其產生被導引至一幅照區的一雷射束；及
一標靶材料微滴源，該微滴源包含一流過一管且離開一孔口之流體以及一具有一第一環形可電致動元件之次系統，該可電致動元件被定位為圍繞該管的一周緣 (circumference) 並可致動以產生該流體中的一擾動以生成供輻照用的微滴以生成EUV輻射；及

一第二可電致動元件，其耦合至該流體且可致動以使污染物從該孔口脫位。

19. 一種EUV裝置，包含：

一系統，其產生被導引至一幅照區的一雷射束；及
一微滴源，其包含一離開一孔口之流體以及一具有

一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生該流體中的一擾動，該可電致動元件被具有從 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 的一振幅範圍之一波形所驅動，其產生在抵達該輻照區之前完全地聚結並對於一未阻塞(unclogged)孔口具有一穩定微滴指向之微滴，且其中該波形振幅 A 大於 $2/3 A_{\max}$ 以使污染物自該孔口脫位並同時地產生微滴以供在該輻照區生成一EUV產生電漿(EUV producing plasma)。

20. 如申請專利範圍第19項之裝置，其中該波形包含一序列的脈衝式擾動，其中各脈衝式擾動具有一足夠短的上升時間及足夠短的下降時間中的至少一者以產生一基頻及該基頻的至少一諧波。

21. 如申請專利範圍第19項之裝置，其中該孔口係形成於一管的一端，且該可電致動元件是環形並被定位為圍繞該管的一周緣。

22. 一種用於操作一EUV裝置之方法，包含下列步驟：

導引一雷射束至一輻照區；

提供一微滴源，其包含一離開一孔口之流體及一具有一可電致動元件之次系統，該可電致動元件產生該流體中的一擾動，該可電致動元件係由一波形所驅動；

決定從 $A_{\min}$ 至 $A_{\max}$ 的一振幅範圍，其產生在抵達該輻照區之前完全地聚結並對於一未阻塞孔口具有穩定微滴指向之微滴；及

以具有大於近似 $\frac{2}{3} A_{\max}$ 的一振幅 A 之一波形來驅動該可電致動元件以使污染物自該孔口脫位並同時地產生微滴以供在該輻照區生成一EUV產生電漿。

104年11月23日修正替換頁

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10…裝備	48…輻照區
12…曝光裝置	50…波束調控單元
20…EUV光源	60…EUV控制器
21…雷射系統	62…微滴位置偵測回饋系統
24”…光學件	65…驅動雷射控制系統
26…光源腔室	70…微滴成像器
40…中間區	90…源材料輸送系統

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：