



(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 I532282 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：101135877

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 11 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H01S3/091 (2006.01)**

(30)優先權：2007/12/20 美國 12/004,905

(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：艾瑟夫 亞歷山大 I ERSHOV, ALEXANDER I. (US)；赫夫曼 賈茲 R HOFFMAN,
JERZY R. (US)；伯威林 諾貝特 R BOWERING, NORBERT R. (US)；拜卡諾夫
亞歷山大 N BYKANOV, ALEXANDER N. (DE)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW I250059

TW 200742502

US 5974060

US 20050205811

審查人員：邱智強

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：9 共 43 頁

(54)名稱

用於超紫外線 (EUV) 光源之驅動雷射 (一)

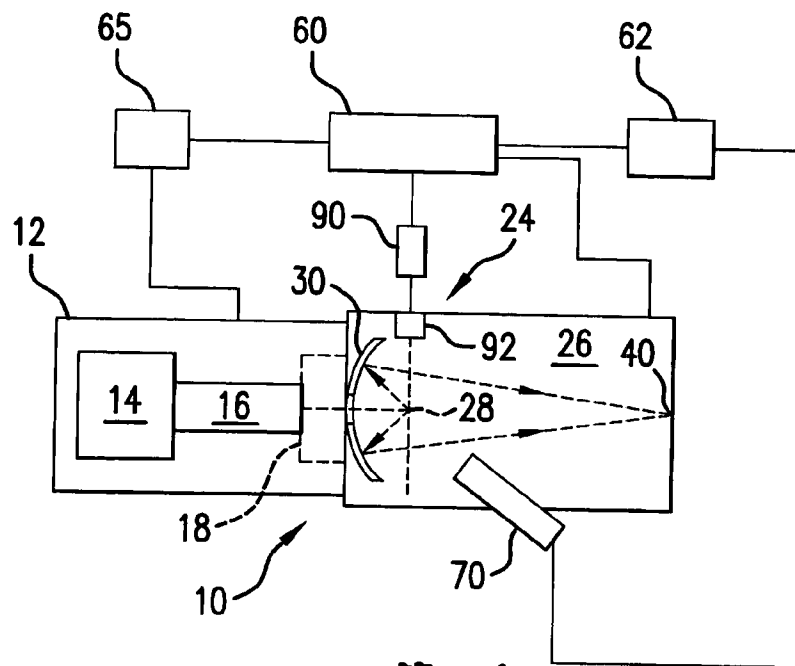
DRIVE LASER FOR EUV LIGHT SOURCE

(57)摘要

在此描述了一種裝置，其可以包含有一具有一振盪器腔室長度 L_o 並界定有一振盪器路徑之振盪器；以及一與該振盪器連結以建立一包括有該振盪器路徑之組合式光學腔室的多路徑光學放大器，該組合式腔室具有一個長度 $L_{組合}$ ，其中 $L_{組合} = (N+x) * L_o$ ，其中“N”係為一整數而“x”係為一介於 0.4 和 0.6 之間的數值。

A device is described herein which may comprise an oscillator having an oscillator cavity length, L_o , and defining an oscillator path; and a multi-pass optical amplifier coupled with the oscillator to establish a combined optical cavity including the oscillator path, the combined cavity having a length, $L_{combined}$, where $L_{combined} = (N + x) * L_o$, where “N” is an integer and “x” is a number between 0.4 and 0.6.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10 . . . LPP 光源
- 12 . . . 光脈衝傳送系統
- 14 . . . 脈衝產生裝置
- 16 . . . 隔離器
- 18 . . . 光束輸送系統
- 24 . . . 標的材料輸送系統
- 26 . . . 腔室
- 28 . . . 焦點
- 30 . . . 光學元件
- 40 . . . 中間區域
- 60 . . . 超紫外線控制器
- 62 . . . 液滴位置偵檢回饋系統
- 65 . . . 控制系統
- 70 . . . 液滴成像器
- 90 . . . 液滴控制系統
- 92 . . . 液滴來源

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：101135877

※ 申請日期：97.11.26

※IPC 分類：H01S 3/091 (2006.01)

原申請案號：由第 97145685 號申請案分割。

一、發明名稱：(中文/英文)

用於超紫外線(EUV)光源之驅動雷射(一) /

DRIVE LASER FOR EUV LIGHT SOURCE

二、中文發明摘要：

在此描述了一種裝置，其可以包含有一具有一振盪器腔室長度 L_o 並界定有一振盪器路徑之振盪器；以及一與該振盪器連結以建立一包括有該振盪器路徑之組合式光學腔室的多路徑光學放大器，該組合式腔室具有一個長度 $L_{組合}$ ，其中 $L_{組合} = (N + x) * L_o$ ，其中“N”係為一整數而“x”係為一介於 0.4 和 0.6 之間的數值。

三、英文發明摘要：

A device is described herein which may comprise an oscillator having an oscillator cavity length, L_o , and defining an oscillator path; and a multi-pass optical amplifier coupled with the oscillator to establish a combined optical cavity including the oscillator path, the combined cavity having a length, $L_{combined}$, where $L_{combined} = (N + x) * L_o$, where “N” is an integer and “x” is a number between 0.4 and 0.6.

四、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：

10...LPP光源	30...光學元件
12...光脈衝傳送系統	40...中間區域
14...脈衝產生裝置	60...超紫外線控制器
16...隔離器	62...液滴位置偵檢回饋系統
18...光束輸送系統	65...控制系統
24...標的材料輸送系統	70...液滴成像器
26...腔室	90...液滴控制系統
28...焦點	92...液滴來源

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】

交互參照相關申請案

本申請案請求在2007年12月20日提出申請之美國專利
5 申請案第12/004,905號的優先權，並且係與在2007年7月13
日提出申請之發明名稱為LASER PRODUCED PLASMA
EUV LIGHT SOURCE HAVING A DROPLET STREAM
PRODUCED USING A MODULATED DISTURBANCE
WAVE的美國專利申請案第11/827,803號的共同申請案(代
10 理人案號2007-0030-01)、在2006年2月21日提出申請之發明
名稱為LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT
SOURCE WITH PRE-PULSE的美國專利申請案第
11/358,988號的共同申請案(代理人案號2005-0085-01)、在
2005年2月25日提出申請之發明名稱為METHOD AND
15 APPARATUS FOR EUV PLASMA SOURCE TARGET
DELIVERY的美國專利申請案第11/067,124號的共同申請
案(代理人案號2004-0008-01)、在2005年6月29日提出申請
之發明名稱為LPP EUV PLASMA SOURCE MATERIAL
TARGET DELIVERY SYSTEM的美國專利申請案第
20 11/174,443號的共同申請案(代理人案號2005-0003-01)、
SOURCE MATERIAL DISPENSER FOR EUV LIGHT
SOURCE的共同申請案(代理人案號2005-0102-01)、在2006
年2月21日提出申請之發明名稱為LASER PRODUCED
PLASMA EUV LIGHT SOURCE的美國專利申請案第

11/358,992號的共同申請案(代理人案號2005-0081-01)、在
2005年6月29日提出申請之發明名稱為LPP EUV LIGHT
SOURCE DRIVE LASER SYSTEM的美國專利申請案第
11/174,299號的共同申請案(代理人案號2005-0044-01)、在
5 2006年4月17日提出申請之發明名稱為ALTERNATIVE
FUELS FOR EUV LIGHT SOURCE的美國專利申請案第
11/406,216號的共同申請案(代理人案號2006-0003-01)、在
2006年10月13日提出申請之發明名稱為DRIVE LASER
DELIVERY SYSTEMS FOR EUV LIGHT SOURCE的美國
10 專利申請案第11/580,414號的共同申請案(代理人案號
2006-0025-01),以及在2006年12月22日提出申請之發明名
稱為LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE
的美國專利申請案第11/644,153號的共同申請案(代理人案
號2006-006-01)、在2006年8月16日提出申請之發明名稱為
15 EUV OPTICS的美國專利申請案第11/505,177號的共同申請
案(代理人案號 2006-0027-01)、在2006年6月14日提出申請
之發明名稱為DRIVE LASER FOR EUV LIGHT SOURCE的
美國專利申請案第11/452,558號的共同申請案(代理人案號
2006-0001-01)、在2005年8月9日核發給Webb等人之發明名
20 稱為LONG DELAY AND HIGH TIS PULSE STRETCHER、
在2006年3月31日提出申請之發明名稱為CONFOCAL
PULSE STRETCHER的美國專利申請案第11/394,512號(代
理人案號2004-0144-01)、在2005年5月26日提出申請之發明
名稱為SYSTEMS AND METHODS FOR IMPLEMENTING

AN INTERACTION BETWEEN A LASER SHAPED AS A
LINE BEAM AND A FILM DEPOSITED ON A SUBSTRATE

的美國專利申請案第 11/138,001 號(代理人案號
2004-0128-01)、以及在 2002 年 5 月 7 日提出申請之發明名稱

5 為 LASER LITHOGRAPHY LIGHT SOURCE WITH BEAM

DELIVERY 的美國專利申請案第 10/141,216 號(現為美國專
利第 6,693,939 號)、在 2003 年 9 月 23 日核發給 Knowles 等人之

發明名稱為 VERY NARROW BAND, TWO CHAMBER,
HIGH REP RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM 的美

10 國專利第 6,625,191 號(美國專利申請案第 10/012,002 號,代
理人案號 2001-0090-01)、在 2003 年 4 月 15 日核發給 Ness 等人

之發明名稱為 INJECTION SEEDED LASER WITH
PRECISE TIMING CONTROL 的美國專利第 6,549,551 號(美

國專利申請案第 09/848,043 號,代理人案號 2001-0020-01)、

15 以及在 2003 年 5 月 20 日核發給 Myers 等人之發明名稱為
VERY NARROW BAND, TWO CHAMBER, HIGH REP

RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM 的美國專利第
6,567,450 號(美國專利申請案第 09/943,343 號,代理人案號

2001-0084-01)、在 2006 年 8 月 25 日提出申請之發明名稱為

20 SOURCE MATERIAL COLLECTION UNIT FOR A LASER
PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE 的美國專利申

請案第 11/509,925 號的共同申請案(代理人案號
2005-0086-01)有關,其等係在此被併入以供參考。

發明領域

本申請案係與自一來源材料所產生之電漿來提供超紫外線(EUV)，同時收集並導引至位在該超紫外線(EUV)光源腔室外部，以在例如大約100nm與更低之波長下用於例如半導體積體電路製造而加以運用之超紫外線(EUV)光源有關。

5 **【 先 前 技 術 】**

發明背景

例如具有大約為5-100nm或更少之波長(有時也被稱為軟X光)並包括有波長為大約13nm之光束的電磁輻射之超紫外線(EUV)光超紫外線(EUV)，可以在微影石版術製程中被用來在例如矽晶圓之半導體基材中產生極小的結構。

用來產生超紫外線(EUV)光的方法包含有，但是不必然侷限於，將一具有例如氫、鋰或錫之一元素的材料轉換成電漿態，其具有一落在超紫外線(EUV)頻譜中之激發譜線。在此方法中，該所需電漿可以藉著以雷射光束來照射例如材料滴、材料流或材料團的具有該等譜線放射元素之標的材料而產生，其通常係被稱為雷射生成電漿(laser produced plasma；“LPP”)。

針對這些方法，該電漿係典型地在一例如真腔室室之密封容器中產生，並使用各種不同類型的量測設備來加以監測。除了產生超紫外線(EUV)輻射之外，這些電漿製程也可能會在該電漿腔室中產生非所欲的副產物，其等可以包括有例如該標的材料之原子及/或原子叢/微液滴的能帶外輻射、高能離子與碎屑。

這些電漿所形成之副產物可能會潛在地加熱、損害或

者\減少各種不同電漿腔室光學元件(其等包括有,但是不侷限於,能夠在近-垂直入射或低掠角入射下進行超紫外線(EUV)反射作用之包括有多層鏡面塗層(MLM)的集光鏡、量測偵檢器之表面、用來觀測該電漿形成過程之窗口,以及該雷射輸入窗口)之操作效率。該等熱能、高能量離子及/或碎屑可以一些方式而對該等光學元件造成損壞,其等包括有將其等以會減少光的透射之材料來加以覆蓋、滲透進入其等之內,並且舉例來說,破壞其等之結構完整性及/或光學特性(該鏡面在短波長下反射光的能力)、使其等腐蝕,或是將其等侵蝕及/或擴散至其等之內。因此,將電漿所產生之碎屑的數量及/或影響最小化將會是所欲的。

直到今日,一種其中每個液滴均係以一獨立的雷射脈衝來照射,以自每個液滴形成一電漿之LPP系統已經被揭露。同時,其中每個液滴係依序被超過一個的光脈衝來加以照射之系統也已經被揭露。在一些情況中,每個液滴都可以被暴露於一所謂的“前脈衝”與一所謂的“主脈衝”,然而,應該要瞭解的是其可以使用超過一個前脈衝並且其可以使用超過一個主脈衝,而該等前脈衝與主脈衝的函數可以重疊至某些程度。典型地,該等前脈衝可以被用來使得該材料膨脹,並藉以增加與主脈衝作用之材料量,而該主脈衝可以被用來將大多數的或是所有的材料轉變為一電漿,以藉此產生超紫外線(EUV)光發射作用。然而,應該要瞭解的是該前脈衝與主脈衝之函數可以在某些程度上重疊,舉例來說,該前脈衝可以產生一些電漿,等等。該所

增加之材料/脈衝的相互作用可能是源自於暴露在該脈衝下之該材料的較大截面、該脈衝因為材料密度的減少而更能穿透進入該材料內，或是同時源自上述兩個原因。前脈衝的另一種優點在於其可以將該標的膨脹至該經聚焦點的脈衝之尺寸而讓所有的脈衝都參與作用。這一點在相對較小的液滴係被用來作為該標的，而該照射光束無法被聚焦至小液滴之尺寸時，此一特點係特別地有利的。因此，在一些應用中，其係較佳地使用前脈衝來增加轉換效率，及/或允許其使用相對較小的例如所謂的質量限定標的。使用相對較小目標可以因此被用來降低碎屑產生及/或減少來源才料之消耗。

如上所述，一種用來產生超紫外線(EUV)光的技術，包括有將一標的材料進行照射。在這一方面，例如為在紅外光波長(舉例來說 $9.3\mu\text{m}$ 或 $10.6\mu\text{m}$)下之輸出光的 CO_2 雷射，在一LPP過程中被用來作為照射一標的材料的驅動雷射可以具有某些優點。這一點對於某些特定之標的材料而言(例如含有錫之材料)，係特別地適用的。舉例來說，其之一優點可以包含有在該驅動雷射之輸入能量與該所輸出超紫外線(EUV)能量之間，產生一相對較高之轉換效率的能力。 CO_2 驅動雷射的另一優點可以包含有相對較長波長(舉例來說，相較在 193nm 下之深紫外線)之光，自一例如已經被佈滿錫碎屑之反射光學元件的相對粗糙表面反射之能力。此一 $10.6\mu\text{m}$ 輻射的特性允許該反射鏡面可以在該電漿附近使用，以例如操控、聚焦及/或調整該驅動雷射光束之焦點能

量。

另一個值得考量的因素在於與以一具有相對較高的重複率之脈衝雷射光束，來衝擊一系列的相對較小而快速移動液滴於一致性以及精確性上有關之困難度。舉例來說，
5 一些高通量超紫外線(EUV)光源可以在重複率超過30仟赫下，進行具有直徑為大約20-50 μ m並且在大約為50-100m/s的速度下移動之液滴的照射作用。

除了上述的技術之外，在2005年2月15日核發給Shields且發明名稱為“DROPLET TARGET DELIVERY METHOD
10 FOR HIGH PULSE-RATE LASER-PLASMA EXTREME ULTRAVIOLET LIGHT SOURCE”的美國專利第6,855,943號(以下稱為'943專利)，揭示一種其中僅有在一液滴流中的一些液滴(舉例來說，每個第三液滴)，係被加以照射以產生一脈衝超紫外線(EUV)光輸出。如同在該'943專利中所揭露的，該等未參與作用之液滴(所謂的緩衝液滴)會有利地將下
15 一個參與作用之液滴遮蔽，以使其不被來自在該照射作用位置所產生之電漿所影響。不幸地，在一些情況中，這些緩衝液滴可能會將光束反射進入該雷射內，而導致自我激發雷射作用(self-lasing)」，其尤其會在產生高能量脈衝的過程中減少該雷射增益媒介之效率。這一點對於更易於發生
20 自我激發雷射作用之高增益(舉例來說，G=1000-10,000)紅外線雷射(舉例來說，CO₂雷射)來說係特別正確的。因此，其係較佳地使得在脈衝之間的任何損失最小化，其包括有使得該反射效果最小化。在脈衝產生作用期間將一驅動雷

射放大器的增益提取值最大化以產生較大的能量脈衝，並且在一些情況中提供穩定組成的脈衝(例如藉著將譬如由在某些具有MO-PA的結構之CO₂雷射中的模態跳遷所導致之不穩定現象最小化)也是所欲的。

- 5 在理解的上述事實之後，本案申請人揭示了一種用於一起紫外線(EUV)光源之驅動雷射。

【發明內容】

發明概要

- 10 在一第一態樣中，在此描述一種可以包含有一振盪器之裝置，該振盪器具有一振盪器腔室長度， L_0 ，並界定有一振盪器路徑；以及一與該振盪器連結以建立一包括有該振盪器路徑之組合式光學腔室的多路徑光學放大器，該組合式腔室具有一長度， $L_{\text{組合}}$ ，其中 $L_{\text{組合}} = (N + x) * L_0$ ，其中“N”係為一整數而其中“x”係為一介於0.4和0.6之間的數目。

- 15 在於此所描述的一具體例中，該振盪器腔室可以包含有一界定該振盪器腔室之末端的光學元件，並且該裝置可以包含有一連結至該光學元件並且係可被控制以調整該振盪器腔室長度之電致動元件。

- 20 在於此所描述的一特殊具體例中，該放大器可以包含有一偏極化鑑別光學元件，該光學元件會將沿著一來自該振盪器的第一光束路徑而前進，並且具有實質上為一第一線性偏極化作用之光束輸入該放大器內，同時，該光學元件會沿著一第二光束路徑而將一具有與該第一偏極化作用成直角之實質上為線性偏極化作用的光束自該放大器輸

出。

在此一態樣的結構中，該振盪器可以包含有一振盪器輸出光學元件，該放大器可以包含有一放大器輸入光學元件，而該裝置可以進一步包含有至少一可以被移動的光學元件，以調整在該振盪器輸出光學元件與該放大器輸入光學元件之間的光束路徑長度。

在一種配置方式中，該振盪器可以被架構成一傾腔振盪器，而在另一種配置方式中，該振盪器可以被架構成一Q開關式振盪器。

在另一態樣中，在於此所描述的一裝置可以包含有一會在一個光束路徑上產生一連續輸出之雷射來源；一放大器；一被設置於該雷射來源與該放大器之間的光束路徑上之部份透射、部份反射光學元件；以及一被設置以輸送一在與該光束路徑交叉的路徑上移動之液滴產生器，該液滴會反射光而以該光學元件來建立一光學腔室。

針對於這一態樣，該雷射來源可以具有一功率輸出、該部份透射、部份反射光學元件可以具有一反射率，而在一配置方式中，該功率輸出與反射率可以被選擇而使得其中自振盪器進入該放大器的光束不會超過大約2千瓦。在於此所描述之此一態樣的一具體例中，該雷射來源可以包含有一具有範圍在0.1W至100W的輸出值之CO₂雷射。在一實施例中，該部份透射、部份反射光學元件可以反射該雷射來源輸出值的75%和99.9%之間。

在此一態樣的一具體例中，一可調節式望遠鏡可以沿

著在該振盪器與放大器之間的光束路徑來加以設置。

在此一態樣的特殊具體例中，一光學隔離器可以被設置於該雷射來源以及該部份透射、部份反射者之間，以保護該振盪器不受反射光影響。

5 在一特定的結構中，該雷射來源可以產生具有至少二個譜線之連續輸出，而該放大器可以具有一包括該等二個譜線之增益能帶。

在另一態樣中，在此所描述之一裝置可以包含有一標的材料；以該標的材料來建立一光束路徑之至少一光學元
10 件；一沿著該光束路徑而設置之光學增益媒介；一腔室；數個設置在該腔室中以沿著該光束路徑而建立一延遲線路的光學元件；以及一被設置於該腔室中來吸收至少一些自該標的材料反射之光子的可飽和吸收氣體。

在一特定的具體例中，該光學增益媒介可以包含具有一包括10.6 μm 之增益能帶的 CO_2 ，而該可飽和吸收氣體可以
15 包含有 SF_6 。在另一具體例中，該光學增益媒介可以包含具有一包括9.3 μm 之增益能帶的 CO_2 ，而該可飽和吸收氣體可以選自於由 CH_3OH 、 CH_3F 、 HCOOH 、 CD_3OD 、 CD_3F 、 DCOOD 以及其等之組合的氣體所構成之群組(其中“D”係被用來代表氘的化學符號)。針對於某些應用，氬氣也可以被設置於
20 該腔室中。

在另一態樣中，在此描述了一種裝置其可以包含有一會產生具有波長 λ_1 之一第一輸出光束的第一雷射來源、一會產生具有波長 λ_2 之一第二輸出光束的第二雷射來源，而

$\lambda_1 \neq \lambda_2$ ，以及一具有包括 λ_1 和 λ_2 之增益能帶的放大器。該裝置可以進一步包含有一具有一偏極化鑑別光學元件的光學隔離器，該光學元件可以實質上使得具有一第一線性偏極化特性之光束透射，並實質上阻斷一具有與該第一偏極化特性垂直之線性偏極化特性的光束之透射作用；以及一針對具有波長為 λ_1 之光束係具有透射-反射比 TRR_1 ，同時針對具有波長為 λ_2 之光束係具有透射-反射比 TRR_2 之耦合光學元件，而 $TRR_1 > TRR_2$ ，該光學元件會將該第一輸出光束與第二輸出光束，經過放大器而耦合至一共同的光束路徑上。

在此一態樣的一具體例中，該第一雷射來源可以具有一增益媒介，其包含有會產生一具有係為 $10.6\mu\text{m}$ 之波長 λ_1 的第一輸出光束的 CO_2 ，而該第二雷射來源可以具有一增益媒介，其包含有會產生一具有係為 $9.3\mu\text{m}$ 之波長 λ_2 的第二輸出光束的 CO_2 。

在一種配置中，該光學隔離器可以包含有一四十五度的相位延遲光學元件以及一線性偏極化濾光器。

在一特定的結構中，該放大器可以包含有沿著一共同的光束路徑而設置之數個放大器腔室，並且該耦合光學元件可以被設置於該共同的光束路徑上之二個放大器腔室之間。

圖式簡單說明

第1圖顯示一依照本案揭示內容之態樣的以雷射產生之電漿超紫外線(EUV)光源的簡化概要圖；

第2圖顯示在第1圖中所顯示的光源中所使用之隔離器

的剖面圖；

第3圖顯示一雷射生成電漿超紫外線(EUV)光源之另一具體例的特定部分；

5 第4圖顯示一種其中前脈衝與主脈衝均通過一共同的放大器之用於該超紫外線(EUV)光源中的裝置之一具體例為；

第5圖顯示一種其中一部份反射-部份透射光學元件，係被設置於一會產生一連續輸出的q雷射來源與放大器鏈之間的超紫外線(EUV)光源之具體例；

10 第6圖顯示一種用於第3圖所顯示的該超紫外線(EUV)光源中之具有多路徑功率放大器的裝置之具體例；

第7圖顯示振盪器增益頻帶寬(上方)、PA模態(中央)以及振盪器模態(下方)之頻率相對於振幅之關係；

15 第8圖例示說明在第3圖中所顯示之具體例的該等開關610,628之時序；並且

第9圖顯示在第3圖所示之用於超紫外線(EUV)光源10'的裝置之另一具體例，其中在振盪器與放大器之間的光徑長之長度係可以被調整的。

【實施方式】

20 較佳實施例之詳細說明

首先參照第1圖，其顯示一種超紫外線(EUV)光源(舉例來說，依照一具體例之態樣的以雷射產生之電漿的超紫外線(EUV)光源)的概要圖。如第1圖所示並在下文中更進一步地詳細描述的，該LPP光源10可以包含有用於產生並傳送一

列光脈衝的系統12。如其所顯示的，該系統12可以包含有一用來產生脈衝(其在一些情況中，可以包含有一或者更多的主脈衝以及一或者更多的前脈衝)之裝置14、用於將該裝置14與至少一些的下游反射作用隔離之隔離器16(其係在下文中參照第2圖而更詳細地加以描述)，以及一可選擇(以虛線來顯示一選擇的元件)之用於將該脈衝整形、聚焦、操作，及/或調整該隔離器16之脈衝的聚焦能量，並且將該光脈衝輸送至在腔室26中之一目標位置的光束輸送系統18。

5 就該超紫外線(EUV)光源10而言，每個光脈衝都可以沿著來自該系統12並進入該腔室26內之一光徑而行進，以在一照射作用區域(舉例來說，位在或是鄰近於一光學元件30的一焦點28附近處)來照射各別的標的液滴。

10

裝置14可以包括有一或更多用來提供一或更多主脈衝，並在一些情況中用來提供一或更多前脈衝之雷射及/或燈具。可以用於第1圖所顯示的裝置14中之適當的雷射，可以包括有一例如在直流或射頻激發作用下，於例如10kW或更高之相對較高能量以及例如50kHz或更大之較高脈衝重複率下操作的脈衝雷射裝置(例如一種可以產生在9.3 μm 或10.6 μm 下之輻射的脈衝氣體放電CO₂雷射裝置)。在一特別的實施例中，該雷射可以是一具有多階段放大作用之MOPA結構的RF-泵送CO₂雷射，其並且具有由一Q開關式主控振盪器(MO)所起始之具有低能量和高重複率(舉例來說，能夠在100仟赫下操作)之種子脈衝。然後該雷射脈衝可以在進入該LPP腔室之前，由該MO來加以放大、成形、導引並且/

15

20

或是聚焦。連續以RF泵送之快速軸向流動CO₂放大器，可以被用於該系統12中。舉例來說，一種具有一個振盪器和三個放大器(O-PA1-PA2-PA3的結構)之適當的CO₂雷射裝置，係被揭露於2005年6月29日提出申請之發明名稱為LPP
5 EUV LIGHT SOURCE DRIVE LASER SYSTEM的美國專利申請案第11/174,299號(代理人案號第2005-0044-01號)中，其之整體內容已經在先前被併入以供參考。或者，該雷射可以被架構成其中該液滴係被用來作為該光學元件腔室內之一鏡面的所謂“自動校準”雷射系統。在一些“自動校準”
10 結構中，可以不需要一主振盪器。自動校準雷射系統係在2006年10月13日提出申請之發明名稱為DRIVE LASER DELIVERY SYSTEMS FOR EUV LIGHT SOURCE (代理人案號第2006-0025-01號)的共同申請案中加以揭露與請求，其之整體內容已經在先前被併入以供參考。或者，被描述
15 如下並顯示於第4、5、6或9圖中的該等雷射結構中之一者，可以被用來作為在第1圖中所顯示的超紫外線(EUV)光源10。

依據該應用方式，可以在高能量與高脈衝重複率下操作之其他類型的雷射也可以是適當的(舉例來說，一準分子或是分子氬雷射)。其等之具體例包含有，一固態雷射(舉例來說，具有一纖維狀或是碟狀的增益媒介者)、一MOPA結構式準分子雷射系統(舉例來說，如美國專利第6,625,191、
20 6,549,551和6,567,450號中所顯示者)、一具有一或更多腔室之準分子雷射(舉例來說，一振盪器腔室以及一或更多放大

腔室(而該等放大腔室係為並列式或串列式)、一主控振盪器/功率振盪器(MOPO)結構、功率振盪器/功率放大器(POPA)結構),或是一可以形成一或者更多準分子或分子氙放大器或振盪器腔室的固態雷射,都可以是適當的。其他的設計也是可行的。

一種用於將該脈衝整形、聚焦、操作,及/或調整該等脈衝的聚焦能量之適當的光束輸送系統18係被揭露於2006年2月21日提出申請之發明名稱為LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE之美國專利申請案第11/358,992號(代理人案號第2005-0081-01號)的共同申請案中,其之整體內容係在此被併入以供參考。如在其中所揭露的,一或更多的光束輸送系統光學元件可以與該腔室26形成流體通連。脈衝整形作用可以包含有使用例如一脈衝展延器及/或脈衝修整來調整脈衝持續時間。

如在第1圖中所進一步顯示的,該超紫外線(EUV)光源10也可以包含有一標的材料輸送系統24,舉例來說,將該標的材料輸送進入一腔室26的內部至該照射區域,該液滴會在該處與一或者更多光脈衝互相作用(例如與一或者更多的前脈衝並於之後與一或者更多主脈衝作用),最後產生一電漿並生成一超紫外線(EUV)放射作用。該標的材料可以包含有,但並不一定侷限於,一包含有錫、鋰、氫或是其等之組合的材料。該等超紫外線(EUV)發射元素(舉例來說,錫、鋰、氫,等等),可以是液滴及/或包含在液滴裡面的固態顆粒之形式。舉例來說,該元素錫可以純錫、錫化

合物(舉例來說， SnBr_4 、 SnBr_2 、 SnH_4)、錫合金(舉例來說，錫-鎳合金、錫-鈾合金、錫-鈾-鎳合金、或是其等之組合)來加以運用。依據其所使用的材料，該標的材料可以在包括有室溫或在一接近室溫(舉例來說，錫合金， SnBr_4)的較高溫度下(舉例來說，純錫)，或是在低於室溫之溫度(舉例來說， SnH_4)的各種不同溫度下，出現於照射區域，而在一些情況中，其可以是相對地具有揮發性(舉例來說， SnBr_4)。與這些材料在LPP超紫外線(EUV)光源中的用途有關之更多的細節，係被提供於2006年4月17日提出申請之發明名稱為ALTERNATIVE FUELS FOR EUV LIGHT SOURCE之美國專利申請案第11/406,216號(代理人案號第2006-0003-01號)之共同申請案中，其之整體內容已經在先前被併入以供參考。

繼續參照第1圖，該超紫外線(EUV)光源10也可以包含有光學元件30(例如一係為經截斷的橢圓體形狀之集光鏡鏡面，其具有係為交互的鈾和矽層之高級多層塗層)。第1圖顯示該光學元件30可以形成有一孔洞，以允許由該系統22產生的該光脈衝通過並到達該照射區域。如其所示，該光學元件30可以是例如一具有位在或是接近於該照射區域裡面的第一焦點，以及一位在所謂的中間區域40上之第二焦點的橢圓體鏡面，其中該超紫外線(EUV)光可以自該超紫外線(EUV)光源10輸出，並輸入至一運用超紫外線(EUV)光之裝置(例如一積體電路微影術工具(未顯示))。應該要瞭解的是，其他的光學元件可以用來取代該橢圓體鏡面，以收

集並將光線導引至一中間位置，以在之後將其輸送至一運用超紫外線(EUV)光的裝置，舉例來說，該光學元件可以是拋物線狀或者可以被架構而將一具有環狀剖面之光束輸送至一中間位置，其可以參見於2006年8月16日提出申請之發明名稱爲EUV OPTICS之美國專利申請案第11/505,177號(代理人案號第2006-0027-01號)之共同申請案，其之整體內容已經在先前被併入以供參考。

繼續參考第1圖，該超紫外線(EUV)光源10也可以包含一超紫外線(EUV)控制器60，其也可以包含有一用於開啟在該系統12中之一或者更多燈具及/或雷射裝置的發射控制系統65，以藉此產生用來輸出至腔室26內之光脈衝。該超紫外線(EUV)光源10也可以包括有一液滴位置偵檢系統，其可以包含有可以指示液滴位置(舉例來說，相對於照射區域之位置)的輸出結果之一或者更多液滴成像器70。該液滴成像器70可以將此一輸出結果提供給一例如可以計算一液滴位置及/或軌跡之液滴位置偵檢回饋系統62，舉例來說，其可以例如在一液滴接著一液滴為基礎或是以平均值為基礎，來計算液滴位置錯誤。然後該液滴錯誤可以被提供以作為EUV控制器60的輸入值，舉例來說，其可以對該系統12提供一位置、方向及/或時點上的校正訊號，以控制一來源時序電路及/或控制一光束位置與形狀控制系統，而例如改變被輸送至位在該腔室26中的照射區域之光脈衝位置及/或焦度。

該超紫外線(EUV)光源10可以包括有一或更多超紫外

線(EUV)量測儀器，以測量由該光源10所產生之超紫外線(EUV)光之各種不同的特性。這些特性可以包括有，舉例來說，強度(舉例來說，整體強度或是在特定譜帶內之強度)、頻譜帶寬、偏極化現象、光束位置、指向方位等等。就該超紫外線(EUV)光源10而言，該裝置可以被架構以在該下游工具(舉例來說，該微影術掃描器)正在運作的時候進行作業，舉例來說，其可以藉著例如使用一截取鏡面或是採用未被收集之超紫外線(EUV)光，來對一部分的該超紫外線(EUV)輸出作用進行取樣，並且/或者可以在該下游工具(舉例來說，該微影術掃描器)並未進行運作的時候進行作業，舉例來說，其可以藉著測量該超紫外線(EUV)光源10的整體超紫外線(EUV)輸出來進行。

如在第1圖中所進一步顯示的，該超紫外線(EUV)光源10可以包含一個液滴控制系統90，其係可以因應於一源自於EUV控制器60訊號(在一些實施例中，其可以包含上述之液滴錯誤或是一些自其所衍生之數值)而進行運作，以譬如修改該標的材料自該液滴來源92的釋放點及/或修改液滴形成的時間點，而矯正在該液滴到達所欲的照射區域中之錯誤情況，並且/或是將該等所產生的液滴與該脈衝雷射系統同步化。

與各種不同的液滴分配器結構以及其等之相關優點的細節，可以在2007年7月13日提出申請之發明名稱為LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE HAVING A DROPLET STREAM PRODUCED USING A MODULATED

DISTURBANCE WAVE的美國專利申請案第11/827,803號
(代理人案號第2007-0030-01號)的共同申請案、2006年2月
21日提出申請之發明名稱為LASER PRODUCED PLASMA
EUV LIGHT SOURCE WITH PRE-PULSE的美國專利申請
5 案第11/358,988號(代理人案號第2005-0085-01號)的共同申
請案、2005年2月25日提出申請之發明名稱為METHOD
AND APPARATUS FOR EUV PLASMA SOURCE TARGET
DELIVERY的美國專利申請案第11/067,124號(代理人案號
第2004-0008-01號)的共同申請案，以及2005年6月29日提出
10 申請之發明名稱為LPP EUV PLASMA SOURCE
MATERIAL TARGET DELIVERY SYSTEM的美國專利申請
案第11/174,443號(代理人案號第2005-0003-01號)的共同申
請案中發現，其等之整體內容係在此被併入以供參考。

第2圖顯示一種用於保護在裝置14(顯示於第1圖中)中
15 之該增益媒介不受至少一些反射光子影響，及/或用於延遲
反射光子以避免這些光子在該等光子可能會消耗在該媒介
中之大幅增益效果時到達增益媒介的隔離器16之一具體
例。如在第2圖所顯示的，該隔離器16可以包含具有(密封
該腔室200之)第一窗口202與第二窗口204，其等可以都被
20 設置成布魯斯特角(Brewster's angle)及/或被塗覆以一抗反
射塗層。如其所進一步顯示的，該等光學元件206a,b,c(其
等之具體例係被顯示為鏡面)可以被設置在該腔室200中以
建立一係為七個來回之延遲光束路徑208。雖然其顯示了三
個光學元件206a,b,c，應該要瞭解的是超過三個以及少至二

個的光學元件都可以被用來建立該延遲路徑。同樣地，雖然其顯示了一七個來回之路徑，但是應該要瞭解的是，其僅僅是用於例示說明而在本案揭示內容的範圍裡面也可以使用其他的延遲路徑結構。也應該要瞭解的是，其也可以使用包括將入射光反射及/或透射及/或進行操作的該等除了鏡面之外的光學元件，並且其包含有但是不限於，透鏡、光楔、稜鏡、光柵、梯狀透鏡(gradings)，以及包括有多層鏡面、近垂直入射光反射鏡、掠射反射鏡之鏡面。

繼續參考第2圖，可以發現該腔室可以形成有至少一進口210，以允許氣體可以被設置在腔室中。舉例來說，該氣體可以包括有一可飽和吸收氣體，其係被用來吸收低於一特徵強度層級之光子，同時允許高於一特徵強度層級之光子通過。舉例來說，就一具有一帶有 $10.6\mu\text{m}$ 之 CO_2 光學增益媒介的裝置14(顯示於第1圖中)而言，該可飽和吸收氣體可以包含有 SF_6 。另一方面，就一具有一包括 $9.3\mu\text{m}$ 之 CO_2 光學增益媒介的裝置14而言，該可飽和吸收氣體可以選自於由 CH_3OH 、 CH_3F 、 HCOOH 、 CD_3OD 、 CD_3F 、 DCOOD 以及其等之組合的氣體所構成之群組(其中“D”係被用來代表氘的化學符號)。針對任一為應用(也就是 $9.3\mu\text{m}$ 或 $10.6\mu\text{m}$)而言，氦氣也可以被設置在腔室200中，舉例來說運用大約1份的氦比上5份的可飽和吸收氣體之比率，以藉著該吸收狀態與氦原子的衝撞之再分佈作用而改善吸收作用。

其可以提供一選擇性的氣體出口(未顯示)，以自該腔室200排出氣體並與該進褥入口210一起作用；以更換該活性

氣體、調節氣體組合、提供一通過該腔室之氣體流而維持光學元件溫度及/或移除經消耗氣體/污染物。

對於在第2圖中所顯示之結構而言，該可飽和吸收氣體之該效率通常係與該氣體濃度以及通過該氣體的光徑長度成比例。藉由此一結構的交互作用，一相對緻密的隔離器可以被用來延遲反射光子，以使得其等不會在一非所欲的時間(例如在其等可能會在不同脈衝之間抽取增益效果時)到達一活性增益媒介，並且/或者該隔離器可以被作來在相對較低的氣濃度下(相較於所需濃度，如果路徑該並非是相對較長的話)，吸收位於一臨界強度層級以下的光子。

第3圖顯示一超紫外線(EUV)光源10'的另一具體例之特定部分，舉例來說，依照一具體例之態樣的雷射產生電漿超紫外線(EUV)光源。如第3圖所示並且在下文中所進一步詳細描述的，LPP光源10'可以包含有一用於產生，並將一序列的光脈衝輸送至在一腔室26'中之一位置28'，以與一標的材料相互作用而產生一超紫外線(EUV)輸出之系統。其也同時顯示，該系統可以包含有一會產生脈衝之裝置14'(其一些情況下可以包含有一或更多的主脈衝以及一或更多的前脈衝)、一如上文參照第2圖所描述可選擇之隔離器16'(以虛線來顯示以代表其係為一可選擇的元件)，以及一可選擇之光束輸送系統18(以虛線來顯示以代表其係為一可選擇的元件)，其係被用來將該脈衝整形、聚焦、操作及/或調整離開該隔離器16的該等脈衝之焦點能量，並將該光脈衝輸送至在腔室26中之一標的位置。

第4圖顯示一種用於第3圖所顯示之超紫外線(EUV)光源10'中之裝置14'的一具體例。第4圖顯示該裝置14'可以包含有一作為一具有放大器腔室鏈406a-c(其等係沿著一光束路徑408而排成一行)之放大器的種子光源之振盪器400，每個腔室都具有其等自己的活性媒介與激發源，例如泵送電極。針對於裝置14'，該振盪器400/放大器腔室406a-c之組合可以被用來產生一波長 λ_1 為例如10.6 μm 的“主”脈衝序列。舉例來說，該振盪器400可以是具有相對較低能量與較高重複率(例如可以在100千赫下操作)之傾腔式或是Q開關式脈衝CO₂主振盪器(MO)。就該裝置14'來說，該等放大器腔室406a,b,c可以具有一能夠光學地放大範圍介於9.3-10.6 μm 內之波長(舉例來說，一高增益($G \geq 1,000$ 且在一些情況中為10,000)CW泵送CO₂雷射放大器)的增益媒介。雖然其顯示了三個放大器腔室406a-c，應該要瞭解的是在第4圖所顯示的具體例中，可以使用超過三個以及至少為一個放大器腔室。

繼續參照第4圖，偏光器及/或布魯斯特窗(Brewster's windows)可以被用於該振盪器400及/或放大器腔室406a-b中，以使得離開放大器腔室406c的光束可以有一主要偏極化方向。第4圖也顯示該超紫外線(EUV)光源可以包括有一光學隔離器412，其可以沿著一延伸通過放大器腔室406a,b,c之光束路徑408而設置，並且可以被設置於該放大器腔室406c與一照射位置之間，一液滴(未被顯示於第4圖中)係在該照射位置與該光束路徑408交叉。該隔離器412可

以包含有例如一相位延遲鏡，其在將光反射的時候，會把線性偏振光轉變為圓偏振光，並將圓偏振光轉變為線性偏振光。因此，最初具有一主要偏極化方向之後來會由該相位延遲鏡所反射兩次的光，會自該主要偏極化方向旋轉九十度，也就是該經過兩次反射的光會在一垂直於該主要偏極化方向之方向中，變成為線性偏極化。除了該相位延遲鏡面之外，隔離器412也可以包含一個線性偏極化濾光器，舉例來說，會吸收在一垂直於該主要偏極化方向之方向中係為線性偏極化的隔離器鏡面。藉著此一結構，在該光束路徑408中自該標的材料(例如液滴)反射之光，係被光學隔離器412所吸收而不會再次進入放大器腔室406a,b,c。舉例來說，用於CO₂雷射之一適當的裝置可以自Kugler GmbH公司(Heiligenberger Str.100, 88682, Salem, Germany)，以Queller及/或“isolator box”之商品名來取得。典型地，該光學隔離器412係被用來使得該光束可以實際上不受阻礙地自該放大器裝置14'流至該液滴，而同時允許僅有大約1%之返回-反射光，會通過光學隔離器412而洩漏並到達放大器腔室406a,b,c。

第4圖進一步顯示該裝置14'可以包括有一前脈衝種子雷射414，其可以用來作為該等放大器腔室406a,b,c中之至少一者的種子雷射。對於該裝置14'而言，該前脈衝種子雷射414/放大器腔室406c之組合可以被用來產生一波長 λ_2 ，為例如9.3 μm 之前脈衝序列。舉例來說，該前脈衝種子雷射414可以是一具有相對較低能量與較高重複率(例如可以在100

仟赫下操作)之傾腔式或是Q開關式CO₂主振盪器(MO)。

如在第4圖中所進一步顯示的，耦合光學元件416係被提供以將來自放大器腔室406b的光與來自前脈衝種子雷射414的光，共軸地耦合至一共同的光束路徑上以前進通過放大器腔室406c。舉例來說，其可以使用一對於具有9.3 μ m的波長之光具有相對較高的透射-反射比TRR₁，並且對於具有10.6 μ m的波長之光具有相對較低的透射-反射比TRR₂的耦合光學元件416。舉例來說，該光束可以在位於一側上之該適合於反射10.6 μ m之薄膜偏光元件以及用於9.3 μ m之AR塗層上結合，而該等光束都具有S-偏極化現象。舉例來說，II-VI公司(總部位於Saxonburg, PA)製造此等在45度的入射角(AOI)下，對10.6 μ m具有99.5%的反射作用而對9.3 μ m具有92%透射作用之元件。雖然該耦合光學元件416被顯示為係沿著光束路徑408而設置於放大器腔室406b與放大器腔室406c之間，應該要瞭解的是其可以沿著光束路徑408而設置於沿著光束路徑之其他位置408上，例如在放大器腔室406a與放大器腔室406b之間、在振盪器400與放大器腔室406a之間，以及在放大器腔室406c與光學隔離器412之間等等。

在另一實施例中，該前脈衝種子雷射414可以被用來產生一波長為9.3 μ m的前脈衝序列，而該振盪器400可以被用來產生一波長為10.6 μ m的“主”脈衝序列。就此一實施例而言，該耦合光學元件416可以是一被設計以使得10.6 μ m透射並使得9.3 μ m反射的光束耦合器。舉例來說，II-VI公司(總部位於Saxonburg, PA)販賣一種對10.6 μ m具有94%的透射作

用而對9.3um具有94%反射作用之光學元件。

針對在第4圖中所顯示的具體例來說，以前脈衝種子雷射414進行之該標的材料之初始照射作用，可能足以使得該標的材料膨脹及/或使得該標的材料蒸發及/或形成該標的材料之一部分電漿(例如一前脈衝)。隨著不同之特定應用，運用一前脈衝(在數毫焦耳的層級下)接著使用一或更多的主脈衝，可以產生較佳的轉換效率及/或較少量的碎屑生成及/或使得該液滴標的膨脹，而使得主光束脈衝及/或液滴位置穩定度之要求變得較鬆，並且可以允許其使用小直徑之液滴。典型地，共用該主脈衝(一或二個)之輸出放大器，以將該前脈衝光束放大，可以導致該主脈衝之可忽略的轉換耗損(在1%的層級下)。

第5圖顯示另一種裝置之具體例(其係被標示為14")。第5圖顯示該裝置14"可以包含有一會在一光束路徑502上產生連續輸出之雷射來源500，以及一具有一放大器腔室鏈506a-c(其等係沿著該光束路徑502來依序排列)之放大器，每個腔室都具有其之活性媒介以及激發源，例如泵送電極。舉例來說，該雷射來源500可以包括一具有在0.1W至100W範圍內之輸出作用，並且可以在9.3-10.6之微米波長帶內之一或更多轉動譜線上運作的CO₂雷射。舉例來說，該雷射來源可以在例如P(26)、P(22)與P(18)之數個非相鄰譜線上運作。就裝置14"而言，該放大器506可以包含有二或更多個放大器腔室，舉例來說，射頻連續泵送快速軸向流動CO₂放大器腔室(如上所述)，其具有一適合用來放大由雷射

來源500所產生之譜線的增益媒介，並且係具有一例如為1000-10,000之單程增益效果。

在第5圖中可以進一步發現一部份透射、部份反射之光學元件508上，可以被設置於雷射來源500和放大器506之間的該光束路徑502上。舉例來說，該光學元件508可以反射大約75%與大約99.9%之間的該雷射來源輸出。在一種配置方式中，該雷射來源500能量與光學元件508反射率係被選定，以使得自該振盪器進入該放大器506的光不會顯著地消耗在該放大器506中之增益效果，舉例來說，不超過大約1-2
10 千瓦。

第5圖進一步顯示該裝置14"可以包含有一液滴產生器92，其係被設置以輸送一系列在與該光束路徑502交叉的路徑上移動之液滴。在此一交叉過程期間，來自液滴產生器的液滴可以沿著光束路徑502而反射光，與光學元件508共同作用以建立一通過該放大器腔室506a-c之光學腔室。藉著
15 這種結構，該光學元件508、放大器506以及液滴，係共同形成一所謂的“自動瞄準”雷射系統，其中該液滴係被用來作為該光學腔室之一鏡面(一種所謂的電漿鏡面或是機械式q-開關)。自動瞄準雷射系統係在2006年10月13日提出申請之之發明名稱為DRIVE LASER DELIVERY SYSTEMS
20 FOR EUV LIGHT SOURCE的美國專利申請案第11/580,414號(代理人案號第2006-0025-01號)的共同申請案中加以揭露並請求，在此其之整體內容已經在先前被併入以供參考。

其可以被提供一選擇性的光束擴束望遠鏡510，該望遠

鏡係對應配合該光束尺寸，並且係發散至可以最小的損耗來通過該放大器506所需之參數。同時，一選擇性的光隔離器512可以被用來保護雷射來源500而不受該反射光影響。

5 在使用中，來自雷射來源500之光束會通過該反射光學元件508，而進入該自導式“電漿鏡面”雷射系統的主腔室，並以由該雷射來源500所產生之對應於該等轉動譜線之光子來填充該主腔室。在一液滴通過該聚焦透鏡514的焦點區域時，其會產生該回溯反射光並且會啟始該自導式“電漿鏡面”雷射系統之高強度脈衝。由於該腔室已經充滿具有正確
10 波長之光子，可以產生一會有效率地取得增益效果之多譜線脈衝。

第6圖顯示用於第3圖所顯示之超紫外線(EUV)光源10'的另一種裝置(其係被標示為14'')之具體例。第6圖顯示該裝置14''可以包括有一雷射振盪器600以及一多路徑放大器腔室602。舉例來說，該雷射振盪器600可以是一具有位於
15 9.3-10.6微米波長能帶中之輸出的射頻連續泵送CO₂雷射，而該放大器腔室602可以是一射頻連續泵送快速軸向流動CO₂雷射，其具有排列成一系列的一或更多個放大器腔室，並且係具有一適合於藉由該雷射振盪器600來放大具有該
20 波長輸出之光的增益媒介。

如其所進一步顯示的，該雷射振盪器600可以包括有完全反射鏡面604a,b，而鏡面604a係可操作地連接至一電致動元件606(舉例來說，壓電材料以及一電致動器)，其可以被用來沿著該振盪器路徑608而移動鏡面604a，並藉此選擇性

地調整該振盪器腔室長度 L_0 (其係在第6圖中被顯示為鏡面604a和鏡面604b之間的距離($a+b$))。

如在此所使用的，“電致動元件”這個術語 以及其等之衍生術語，係指一種會在接受一電壓、電場、磁場或是其等之組合時進行尺寸上的變化之材料或結構，其包含有但
5 不限於壓電材料、電致伸縮材料以及磁致伸縮材料。

繼續參考第6圖，偏光器及/或布魯斯特窗 (Brewster's windows)及/或稜鏡等等，可以被用於雷射振盪器 600中以使得在該等鏡面604a,b之間的光振盪現象，會具有一主要偏極
10 化方向。舉例來說，裝置14'''也可以包含具有例如光電開關610 (舉例來說，普克爾或是克爾盒(Pockel's or Kerr cell))，以及一偏光器612(舉例來說，一具有與該雷射振盪器600所界定之主要偏極化方向平行對齊之透射軸的薄膜偏光器)之傾腔式開關。如其所顯示的，該偏光器612可以距離該鏡
15 面604a一段距離“a”，而距離該鏡面604b一段距離“b”。因此，在該開關被關閉時，該光束可以在鏡面604a,b之間來回地通過，而在該開關被開起時，在該振盪器腔室中之光束將會被旋轉並被偏光器612所反射至路徑614上。舉例來說，該光束可以被光電開關610所旋轉九十度，而因此，離
20 開雷射振盪器600而到達光徑614上之光束，可以被偏極化成一與該偏光器612的透射作用所界定之主要偏極化方向行成直角的方向。

經反射的光束會自該偏光器612前進通過一段距離“c”而到達另一偏光器616(舉例來說，一具有與該雷射振盪器

600所界定之主要偏極化方向平行對齊之透射軸的薄膜偏光器)。藉由此一結構，被偏極化成一與該雷射振盪器600所界定之該主要偏極化方向垂直的方向之來自偏光器612的光束，會如其所顯示的被偏光器616反射至會延伸通過該
5 放大器腔室602之路徑618上。

在第6圖所顯示的結構可以進一步包含一沿著路徑618來設置，並距離該偏光器616一段距離“d”之相位延遲鏡面(PRM)620，該PRM620會將來自偏光器616之線性偏振光轉變為圓偏振光，並沿著路徑624而將該圓偏振光導引至全反
10 射鏡面622。如其所顯示的，全反射鏡面622係被設置於距離PRM620一段距離“e”處，並且係被設定為將沿著路徑624而入射之光反射回至路徑624，該光束係再次在該處被PRM620所反射而產生一第二相位延遲現象。藉由這二個相位遲延作用，自PRM620向偏光器的616前進之光束將會被
15 旋轉九十度(相對於自偏光器616朝向PRM620移動的光束)，並因此將會被偏振為成與由該雷射振盪器600所界定之該主要偏極化方向平行。藉由此一偏極化狀態，大部份自PRM620朝向偏光器616前進之光束(除了少數洩漏掉的以外)，會被偏光器616所透射並沿著路徑626而離開裝置
20 14"。一可以是例如一機械斷路器或聲光調變器之選擇性的開關628，可以沿著路徑614來設置以如其所顯示的選擇性侷限沿著路徑614之光束的透射作用。沿著路徑626之光束可以藉著額外的放大器腔室(未顯示)來進一步放大。

如上文所暗示的，PRM620與偏光器之漏洩現象將會允

許少量的光(其係被偏極化成與由偏光器612所界定之主要偏極化方向垂直)沿著路徑614而自放大器腔室602洩漏回到該振盪器腔室內。因此，在該光電開關610被開啟時，此一光束將可以在該等鏡面604a和622之間來回地振動。結果，在第6圖中所顯示的結構將會形成二個光學腔室；一具有等於 $(a+b)$ 之長度 L_0 的介於鏡面604a與604b之間的第一光學腔室，以及一具有長度 $L_{\text{組合}}=(a+2b+c+d+e)$ 的介於鏡面604a與鏡面622之間的第二光學腔室。

在下列的討論，一雷射振盪器600將被稱為MO而一放大器腔室將被稱為PA。

在一操作模式中，鏡面604a可以藉由電致動元件606來移動，以使得 $L_{\text{組合}}=(N+x)*L_0$ ，其中“N”係為一整數而“x”係為大約0.5，舉例來說一介於0.4和0.6之間的數值。舉例來說，在一典型的系統中，該等長度可以是如下所示： $a=176\text{cm}$ 、 $b=10\text{cm}$ 、 $c=260\text{cm}$ 、 $d=746\text{cm}$ 而 $e=7\text{cm}$ 。因此， $L_{\text{組合}}=a+2b+c+d+e=176+2*10+260+746+7=1209\text{cm}$ 並且 $L_0=a+b=186\text{cm}$ 。針對於此一情況， $N=6$ 而 $x=0.5$ 。第7圖例示說明該振盪器之增益頻寬700、該等PA模態(該模態已經被標示為702a,b,c)，以及該振盪器模態(該模態已經被標示為704a,b,c)。要注意的是，在第7圖中之箭號706例示說明該振盪器模態之該頻率，可以使用在第6圖中所顯示的電致動元件606來加以調整。

針對於上述之尺寸，該振盪器單一轉動譜線之增益頻寬係大約為150MHz FWHM。針對於一典型的振盪器腔室

長度 $L_0 = 186\text{cm}$ 而言，其係為應於 80MHz 縱向模態分離 (longitudinal mode separation)。因此，在雷射振盪器 600 的增益能帶裡面最多可以有三種 MO 模態。如第 7 圖所示，僅有這三種模態 (模態 706) 中之一者可以具有與該 PA 模態 (模態 702) 中之一者相同的頻率。由於 $L_{\text{組合}} = (N + x) * L_0$ 之條件，該等鄰近的 MO 模態 (也就是，在第 7 圖中之模態 704a 與 704a') 將會落在對應的 PA 模態 (702a' 與 702a'' 對應於 MO 模態 704a，而 702b' 與 702b'' 對應於 MO 模態 704a') 之間。結果，在 PA 中僅有模態 706 可以成為種子雷射。

第 8 圖例示說明一顯示該開關 628 (曲線 800)、光電開關 610 (曲線 802)、該 CO_2 輸出脈衝 (曲線 804)，以及該 PA 種子雷射 (箭號 806) 的對應時期之時序。如在其中所發現的，曲線 800 顯示該開關 628 最初係由一非透射狀態 808a 切換為透射狀態 808b。在開關 628 處於透射狀態 808b 下時，曲線 802 顯示該光電開關 610 係由一非開啟狀態 810a 切換為一開啟狀態 810b，將光束在振盪器腔室中旋轉並將光束輸送至該 PA 而產生一 CO_2 輸出脈衝 (曲線 804)。

第 9 圖顯示一種用於在第 3 圖中所顯示之該超紫外線 (EUV) 光源 10'，並且係具有與在第 6 圖中所顯示之結構相同的一或更多元件之裝置 (其係被標示為 1014) 中的另一具體例，其中該光學距離 "c" 的長度係可以被調整的。明確地說，第 9 圖顯示該裝置 1014 可以包括有一具有全反射的鏡面 1604a,b 之雷射振盪器 1600、電致動元件 1606、放大器 1602、偏光器 1612, 1616、PRM 1620、鏡面 1622 以及如上所述之開

關 1610, 1628，並且係如其所顯示的來加以設置。其也顯示，四個旋轉鏡面 1650a-d 可以沿著在偏光器 1612 與偏光器 1616 之間的光徑長度來提供，而鏡面 1650c 與 1650d 可以箭號 1652 的方向來移動，以允許其調整光徑長度 c。藉由此一結構，該鏡面 1604a 可以藉由電致動元件 1606 來移動，並且/或者該等鏡面 1650c, d 可以被移動以使得 $L_{\text{組合}} = (N + x) * L_o$ ，其中“N”係為一整數而“x”係大約為 0.5 (舉例來說，一介於 0.4 和 0.6 之間的數值， $L_{\text{組合}} = (a + 2b + c + d + e)$ 而 $L_o = (a + b)$ 。

雖然在此一專利申請案中所詳細描述與例示以符合 35 U.S.C. § 112 之要求的該等特定的具體例，係完全能夠達到一或更多上述該等具體例的上述之目的、欲解決的問題，或任何其他原理或是目標，習於此藝者可以了解上述之具體例僅僅係為可以由本申請案所廣泛地設想之該標的物之典型、範例與代表。在下列的申請專利範圍中，除非有另外明確地指明，以單數形式來指述之元件，並非是要代表也不應被解釋為此一所請求的元件係為“一個且僅有一個”，反而應該是“一或更多個”。上述已知的或將會成為習於此藝者所已知之具體例的任何元件之所有結構與功能性等效物，係在此被明確地併入以供參考並且應該被包含於本案的申請專利範圍內。在本申請案之該發明說明書及/或申請專利範圍中使用的任何術語，以及在該發明說明書及/或申請專利範圍中被賦予意義的表達方式，不論此一術語在任何字典或是其它常用意義為何，其都應具有其所被賦予之意義。在本發明說明書中作為一具體例來加以討論的

裝置或者方法，並非是要克服或解決在本申請案中所討論的每一個問題，而其等係被包含於本案之申請專利範圍內。在本案發明說明書中，不論該等元件、元件或方法步驟是否係被明確地描述於該申請專利範圍中，所有的元件、元件或方法步驟均並非是要貢獻給公眾的。在該等隨附的申請專利範圍中所有的元件均不應以35U.S.C.§112第六段的法條來加以詮釋，除非該元件係明確地以“用於……之構件”的片語來描述，或是除非在一方法請求項的情況下，該等元件係以“步驟”而非“作用”來加以描述。

10 **【圖式簡單說明】**

第1圖顯示一依照本案揭示內容之態樣的以雷射產生之電漿超紫外線(EUV)光源的簡化概要圖；

第2圖顯示在第1圖中所顯示的光源中所使用之隔離器的剖面圖；

15 第3圖顯示一雷射生成電漿超紫外線(EUV)光源之另一具體例的特定部分；

第4圖顯示一種其中前脈衝與主脈衝均通過一共同的放大器之用於該超紫外線(EUV)光源中的裝置之一具體例為；

20 第5圖顯示一種其中一部份反射-部份透射光學元件，係被設置於一會產生一連續輸出的q雷射來源與放大器鏈之間的超紫外線(EUV)光源之具體例；

第6圖顯示一種用於第3圖所顯示的該超紫外線(EUV)光源中之具有多路徑功率放大器的裝置之具體例；

第7圖顯示振盪器增益頻帶寬(上方)、PA模態(中央)以及振盪器模態(下方)之頻率相對於振幅之關係；

第8圖例示說明在第3圖中所顯示之具體例的該等開關610,628之時序；並且

5 第9圖顯示在第3圖所示之用於超紫外線(EUV)光源10'的裝置之另一具體例，其中在振盪器與放大器之間的光徑長之長度係可以被調整的。

【主要元件符號說明】

10,10'...LPP光源	200...腔室
12...光脈衝傳送系統	202...第一窗口
14,14',14'',14'''...脈衝產生裝置	204...第二窗口
16,16'...隔離器	206a,b,c...光學元件
18...光束輸送系統	208...延遲光束路徑
24...標的材料輸送系統	210...進入口
26,26'...腔室	400...振盪器
28,28'...焦點	406a,b,c...放大器腔室
30...光學元件	408...光束路徑
40...中間區域	412...隔離器
60...超紫外線控制器	414...前脈衝種子雷射
62...液滴位置偵檢回饋系統	416...耦合光學元件
65...控制系統	500...雷射來源
70...液滴成像器	502...光束路徑
90...液滴控制系統	506...放大器
92...液滴來源	506a,b,c...放大器腔室鏈

第 101135877 號申請案說明書修正頁

修正日期：104.3.12.

508...光學元件	702b,702b'...模態
510...光束擴束望遠鏡	702b",702c...模態
512...光隔離器	704a,704a'...模態
514...聚焦透鏡	704b,704c...模態
600...雷射振盪器	706...模態
602...放大器腔室	800,802,804...曲線
604a,b...完全反射鏡面	806...箭號
606...電致動元件	808a...非透射狀態
608...振盪器路徑	808b...透射狀態
610...光電開關	810a...非開啟狀態
612...偏光器	810b...開啟狀態
614...路徑	1014...裝置
616...偏光器	1600...雷射振盪器
618...路徑	1602...放大器
620...相位延遲鏡面(PRM)	1604a,b...全反射的鏡面
622...全反射鏡面	1606...電致動元件
624...路徑	1610,1628...開關
624...路徑	1612,1616...偏光器
626...路徑	1620...PRM
628...開關	1622...鏡面
700...增益頻寬	1650a-d...旋轉鏡面
702,702a...模態	1652...箭號
702a',702a" 模態	

七、申請專利範圍：

1. 一種用以產生超紫外線(EUV)光之裝置，其包含：

一雷射源，其在一光束路徑上產生一連續輸出；

一放大器；

5 一部份透射、部份反射之光學元件，其設置於該雷射源與該放大器之間的該光束路徑上；以及

一液滴產生器，其定位成用以輸送一在一與該光束路徑交叉的路徑上移動之液滴，該液滴將光反射以與該部份透射、部份反射之光學元件建立一光學腔室。

10 2. 如請求項1的裝置，其中該雷射源包含一具有範圍介於0.1W至100W的輸出之CO₂雷射。

3. 如請求項1的裝置，其中該部份透射、部份反射光學元件反射該雷射來源輸出值的75%與99.9%之間。

15 4. 如請求項1的裝置，其中該雷射源具有一功率輸出，該部份透射、部份反射光學元件具有一反射率，且該功率輸出與該反射率係經過選擇，其中自該雷射源進入該放大器的光並不會實質上損耗在該放大器中的增益。

5. 如請求項1的裝置，其進一步包含一沿著該光束路徑設置於該雷射源與該放大器之間的可調整望遠鏡。

20 6. 如請求項1的裝置，其進一步包含一設置於該雷射源與該部份透射、部份反射光學元件之間的光學隔離器，以保護該雷射源不受反射光影響。

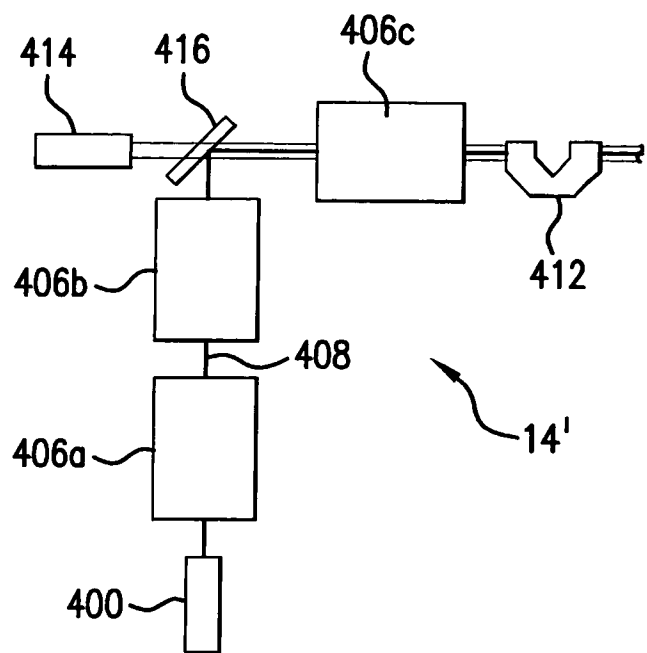
7. 如請求項1的裝置，其中該雷射源產生一具有至少二個譜線之連續輸出，且該放大器具有一包括該等二個譜線之

第 101135877 號申請案申請專利範圍修正本

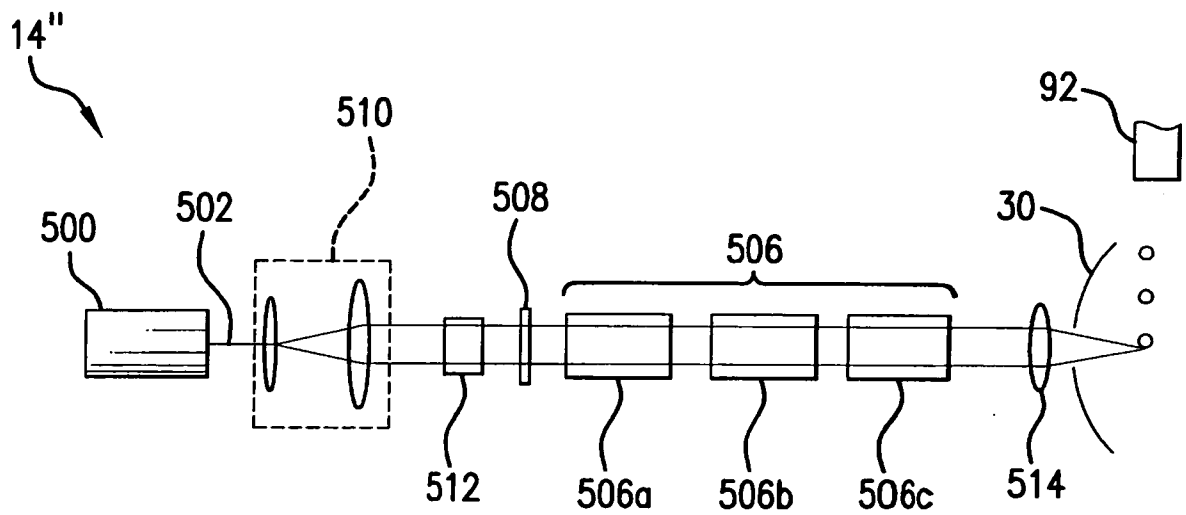
修正日期：104.6.26.

增 益 能 帶。

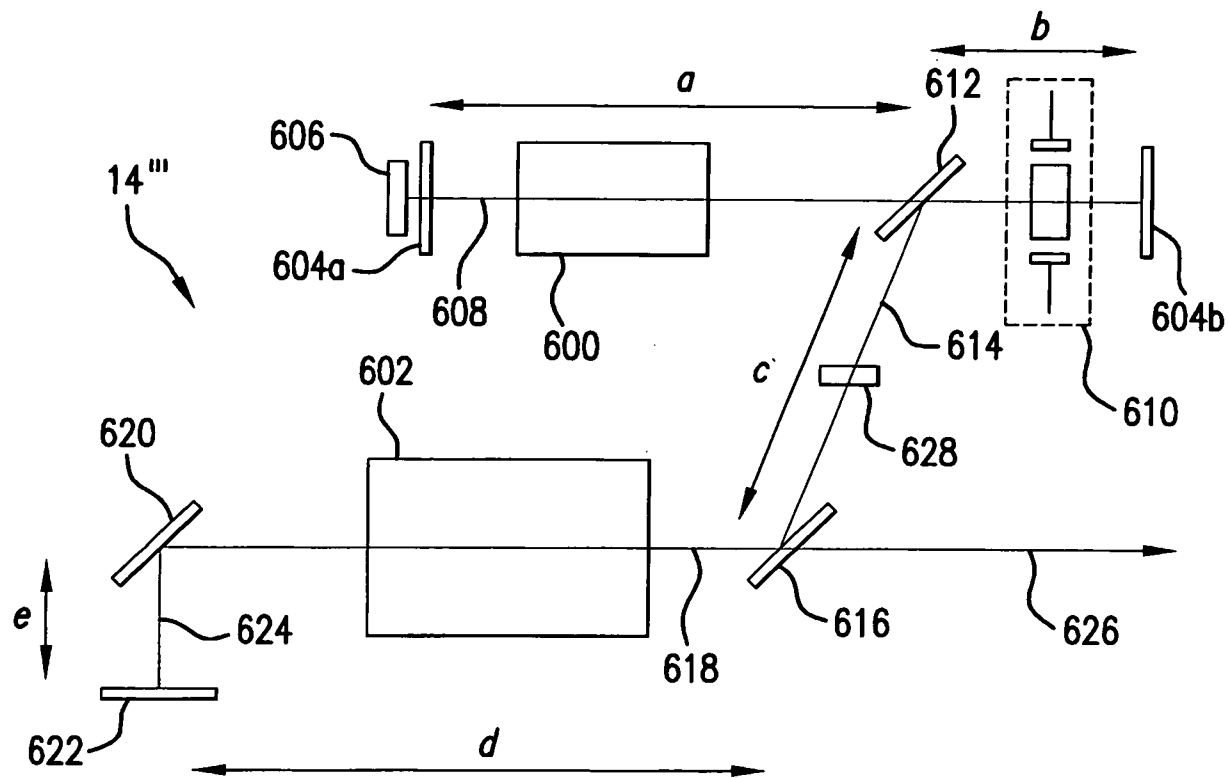




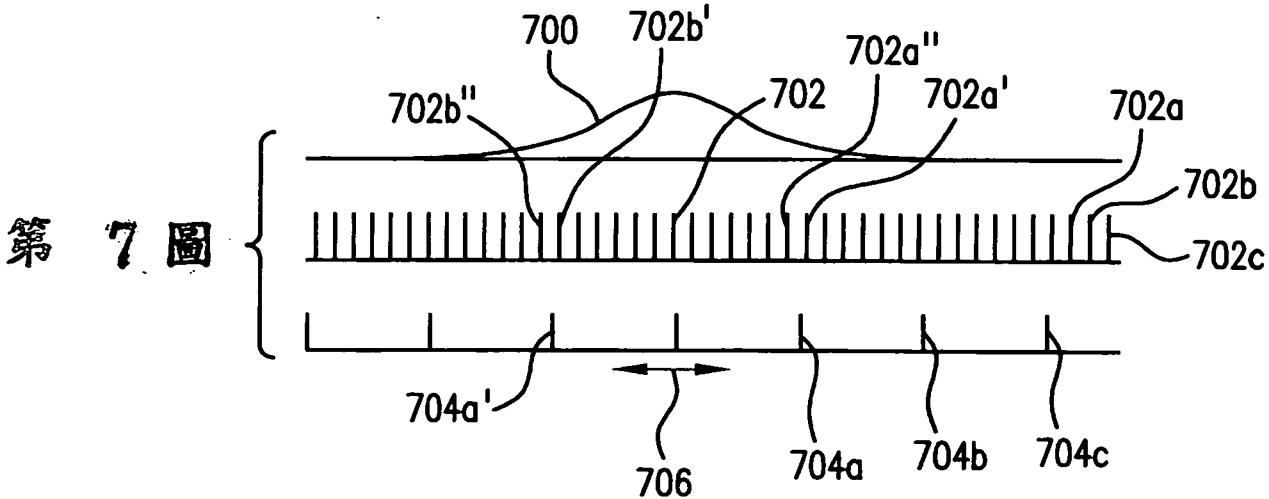
第 4 圖



第 5 圖

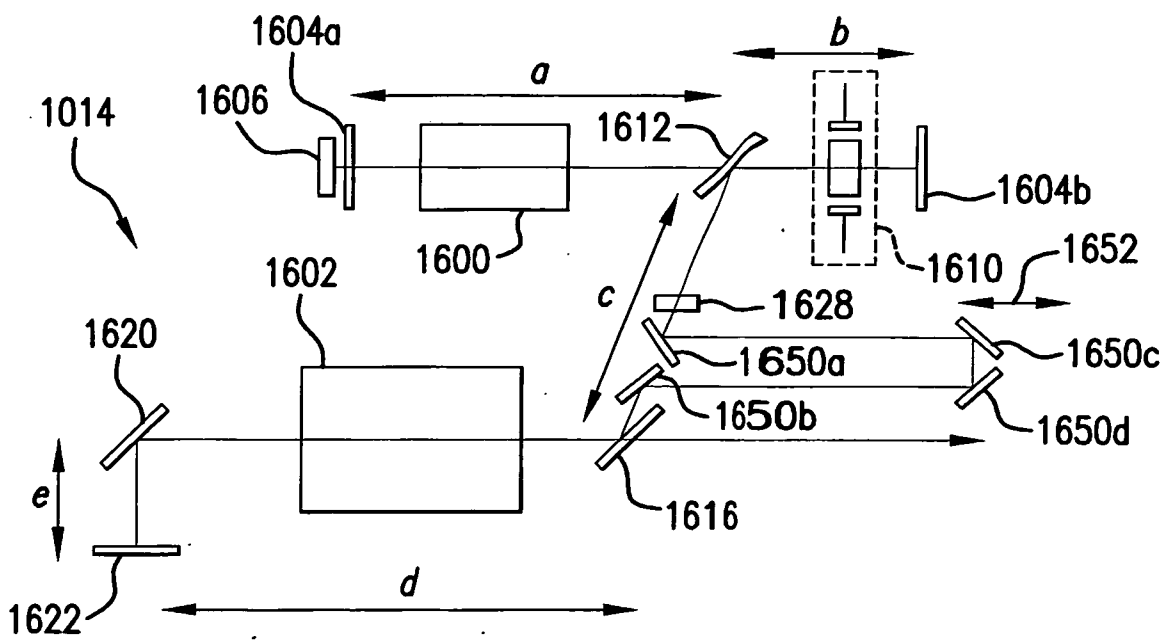
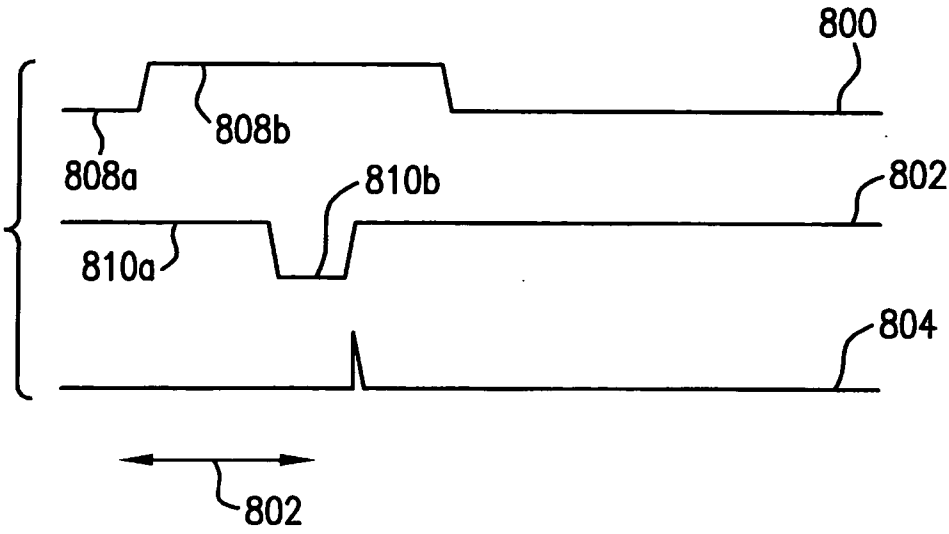


第 6 圖



第 7 圖

第 8 圖



第 9 圖