



(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 I574585 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 11 日

(21) 申請案號：102116676 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 10 日

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

(30) 優先權：2012/05/31 美國 61/654,003

2012/06/27 美國 13/535,148

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

荷蘭

創浦半導體製造雷射系統公司 (德國) TRUMPF LASERSYSTEMS FOR

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING GMBH (DE)

德國

(72) 發明人：貝格斯泰德 羅伯特 A BERGSTEDT, ROBERT A. (US)；佩特 克里斯多福 P

PATE, CHRISTOPHER P. (US)；阿坎德 傑森 M ARCAND, JASON M. (US)；蘭

伯特 馬汀 LAMBERT, MARTIN (DE)

(74) 代理人：林嘉興

(56) 參考文獻：

TW 200834252A TW 201204181A

TW 201215245A US 2006/0216927A

US 2008/0266470A

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：8 共 29 頁

(54) 名稱

分離來自雷射源之主脈衝及預脈衝之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR SEPARATING A MAIN PULSE AND A PRE-PULSE BEAM FROM A LASER SOURCE

(57) 摘要

揭示雙色分束器模組其係用以將各自橫過一共用射束路徑的一主脈衝雷射束與一預脈衝雷射束分開。於一個實施例中，兩個雙色元件係實體上沿該射束路徑排齊，且係經組配來將具有第一波長的雷射光之該預脈衝通過至位置接近一照射位置的靶材，但反射具有第二波長的雷射光之該主脈衝。然後反射的主脈衝進一步藉反射元件或反射鏡從該第一雙色元件反射至第二雙色元件，及然後又反射至該照射位置。於替代實施例中，第一鏡係可變形以變更反射的主脈衝束之射束特性，及第二鏡係可調整以對齊該主脈衝束至該照射位置。

A dichroic beam splitter module is disclosed for separating a main pulse laser beam from a pre-pulse laser beam each traversing a common beam path. In one embodiment, two dichroic elements are physically aligned along the beam path and are configured to pass the pre-pulse, a laser light having a first wavelength, to target material located near an irradiation site yet reflect the main pulse, a laser light having a second wavelength. The reflected main pulse is then further reflected by two reflective elements or mirrors from the first dichroic element to the second dichroic element and then on to the irradiation site. In alternative

embodiments, the first mirror is deformable to alter beam characteristics of the reflected main pulse beam and the second mirror is adjustable to align the main pulse beam to the irradiation site.

指定代表圖：

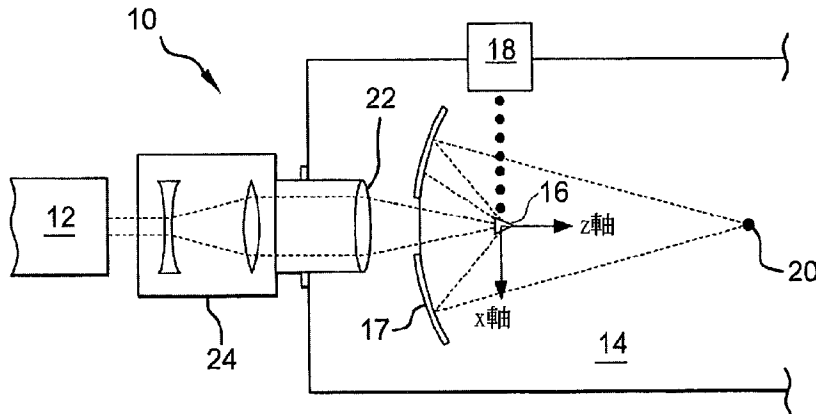


圖 1

符號簡單說明：

- 10 . . . 雷射產生式電漿(LPP)極紫外線(EUV)光源
- 12 . . . 雷射源
- 14 . . . 腔室
- 16 . . . 照射區域或位置
- 17 . . . 光學元件
- 18 . . . 靶材遞送系統
- 20 . . . 中間區域
- 22 . . . 聚焦單元
- 24 . . . 射束調節單元

發明摘要

※ 申請案號： 102116676

※ 申請日： 102.5.10

※IPC 分類： H05G 2/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

分離來自雷射源之主脈衝及預脈衝之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR SEPARATING A MAIN PULSE AND A
PRE-PULSE BEAM FROM A LASER SOURCE

【中文】

揭示雙色分束器模組其係用以將各自橫過一共用射束路徑的一主脈衝雷射束與一預脈衝雷射束分開。於一個實施例中，兩個雙色元件係實體上沿該射束路徑排齊，且係經組配來將具有第一波長的雷射光之該預脈衝通過至位置接近一照射位置的靶材，但反射具有第二波長的雷射光之該主脈衝。然後反射的主脈衝進一步藉反射元件或反射鏡從該第一雙色元件反射至第二雙色元件，及然後又反射至該照射位置。於替代實施例中，第一鏡係可變形以變更反射的主脈衝束之射束特性，及第二鏡係可調整以對齊該主脈衝束至該照射位置。

【英文】

A dichroic beam splitter module is disclosed for separating a main pulse laser beam from a pre-pulse laser beam each traversing a common beam path. In one embodiment, two dichroic elements are physically aligned along the beam path and are configured to pass the pre-pulse, a laser light having a first wavelength, to target material located near an irradiation site yet reflect the main pulse, a laser light having a second wavelength. The reflected main pulse is then further reflected by two reflective elements or mirrors from the first dichroic element to the second dichroic element and then on to the irradiation site. In alternative embodiments, the first mirror is deformable to alter beam characteristics of the reflected main pulse beam and the second mirror is adjustable to align the main pulse beam to the irradiation site.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10...雷射產生式電漿(LPP) 極紫外線(EUV)光源
- 12...雷射源
- 14...腔室
- 16...照射區域或位置
- 17...光學元件
- 18...靶材遞送系統
- 20...中間區域
- 22...聚焦單元
- 24...射束調節單元

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

分離來自雷射源之主脈衝及預脈衝之系統及方法
SYSTEM AND METHOD FOR SEPARATING A MAIN
PULSE AND A PRE-PULSE BEAM FROM A LASER
SOURCE

【技術領域】

參考相關申請案

[0001] 本案請求美國臨時專利申請案第61/654,003號，申請日2012年5月31日，名稱「分離來自雷射源之主脈衝及預脈衝束之系統及方法」，代理人檔號PA1164PRV之優先權，及亦請求美國新型專利申請案第13/535,148號，申請日2012年6月27日，名稱「分離來自雷射源之主脈衝及預脈衝束之系統及方法」，代理人檔號PA1164US之優先權，二案全部內容係爰引於此並融入本說明書的揭示。

發明領域

[0002] 本發明大致上係有關於雷射產生式電漿極紫外線源。更明確言之，本發明係有關於種子雷射用作為此種光源之方法及裝置。

【先前技術】

發明背景

[0003] 半導體業界持續發展能夠印刷愈來愈小的積體電路尺寸的光刻技術。極紫外線(EUV)光(偶爾又稱軟x光)通常係定義為具有10奈米至120奈米(nm)波長的電磁射

線。EUV光刻術目前大致上被視為包括於10-14奈米範圍波長的EUV光，係用以在基體諸如矽晶圓產生極小特性件，例如次32奈米特性件。爲了在商業上有用，期望此等系統爲高度可靠，提供具有成本效益的產出量及合理的製程選擇自由度。

[0004]產生EUV光之方法包括但非必要僅限於將一種材料轉換成具有一或多個元素的電漿態，例如氬、鋰、錫、銻、鎢、碲、鋁等，具有在該EUV範圍內的一或多個發射線。於一個此種方法中，俗稱雷射產生式電漿(LPP)，所需電漿可藉使用在一照射位置的雷射束，照射一靶材而產生，諸如具有期望的線-發射元素的材料小滴、流、或簇。該線-發射元素可呈純質形式或合金形式，例如於期望溫度爲液體的合金，或可混合或分散有另一種材料諸如液體的合金。

[0005]於若干先前技術LPP系統中，小滴流中的小滴係藉分開雷射脈衝照射以形成來自各小滴的電漿。另外，曾經揭示若干先前技術系統其中各小滴係藉多於一個光脈衝循序照射。於某些情況下，各個小滴可暴露於所謂的「預脈衝」以加熱、擴大、氣化、汽化、及/或離子化靶材及/或產生弱電漿，接著爲所謂的「主脈衝」以產生強電漿，且將大部分或全部受預脈衝影響的材料轉換成電漿，及藉此產生EUV光發射。須瞭解可使用多於一個預脈衝及多於一個主脈衝，及預脈衝及主脈衝的功能可重疊至某個程度。

[0006]由於LPP系統中的EUV輸出功率通常隨著照射

靶材的驅動雷射功率而成比例地增高，故於某些情況下，也考慮為期望採用包括相對低功率振盪器，或稱「種子雷射」及一或多個放大器以放大來自該種子雷射的脈衝的一種配置。大型放大器的使用許可使用種子雷射，但仍提供用於LPP方法的相對高功率脈衝。

[0007]但於此等種子雷射中，由於各項理由故，包括為了減少在此等種子雷射模組中的組件數目，一主脈衝及一預脈衝可能遵照一共用射束路徑通過某些部分。

[0008]據此，期望有一種改良的系統及方法以在種子雷射出口分離在此種EUV光源中的主脈衝與預脈衝束。

【發明內容】

發明概要

[0009]此處揭示一種使用雙色分束器模組用以在雷射產生式電漿(LPP)極紫外線(EUV)光系統中分離主脈衝束與預脈衝束的方法及裝置。

[0010]於一個實施例中一種系統包含一雷射源係經組配以產生沿一射束路徑具有一第一波長的一第一雷射光，及係經組配以產生沿一射束路徑具有一第二波長的一第二雷射光；及一分束器模組包含：(i) 一第一雙色元件係經組配以接收沿該射束路徑的該第一雷射光及通過具有該第一波長的該第一雷射光，該第一雙色元件係進一步經組配以接收沿該射束路徑的該第二雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光；(ii) 一第一鏡係經組配以接收從該第一雙色元件反射的該第二雷射光及反射該所接收的第二雷射

光；(iii) 一第二鏡係經組配以接收從該第一鏡反射的該第二雷射光及反射該所接收的第二雷射光；及(iv) 一第二雙色元件係經組配以接收來自該第一雙色元件的該第一雷射光及通過具有該第一波長的該第一雷射光，且係經組配以接收從該第二鏡反射的該第二雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光。

[0011]於該系統的又一個實施例中，其中經組配以通過具有該第一波長的該第一雷射光的該第二雙色元件係經組配以通過該第一雷射光至接近一照射位置的靶材。

[0012]於該系統的又另一個實施例中，其中經組配以反射具有該第二波長的該第二雷射光的該第二雙色元件係經組配以反射該第二雷射光至該照射位置。

[0013]於該系統的又復一個實施例中，該第一鏡係為一可變形鏡。

[0014]於該系統的又復另一個實施例中，該第二鏡係為一可調整鏡。

[0015]於另一個實施例中一種方法包含產生沿一射束路徑具有一第一波長的一雷射預脈衝；將該雷射預脈衝通過一第一雙色元件及一第二雙色元件至接近一照射位置的靶材；產生沿該射束路徑具有一第二波長的一雷射主脈衝；藉該第一雙色元件反射該雷射主脈衝至一第一鏡；從該第一鏡反射該雷射主脈衝至一第二鏡；從該第二鏡反射該雷射主脈衝至一第二雙色元件；及從該第二雙色元件反射該雷射主脈衝至該照射位置。

[0016]於又另一個實施例中一種具有一程式具現於其上的非過渡電腦可讀取媒體，該程式係可由一處理器執行以實施保護一雷射脈衝源免於脈衝反射之方法，該方法係包含下列步驟：產生沿一射束路徑具有一第一波長的一雷射預脈衝；將該雷射預脈衝通過一第一雙色元件及一第二雙色元件至接近一照射位置的靶材；產生沿該射束路徑具有一第二波長的一雷射主脈衝；藉該第一雙色元件反射該雷射主脈衝至一第一鏡；從該第一鏡反射該雷射主脈衝至一第二鏡；從該第二鏡反射該雷射主脈衝至該第二雙色元件；及從該第二雙色元件反射該雷射主脈衝至該照射位置。

【圖式簡單說明】

[0017]圖1為LPP EUV系統之一實施例的若干組件之例示說明圖。

[0018]圖2為可用在LPP EUV系統的種子雷射模組之若干組件的例示說明圖。

[0019]圖3為雙色分束器模組之一實施例之若干組件的例示說明圖。

[0020]圖4為雙色分束器模組之一實施例之若干組件的另一幅例示說明圖。

[0021]圖5為雙色分束器模組之一實施例之若干組件的又另一幅例示說明圖。

[0022]圖6為雙色分束器模組之又一實施例之若干組件的例示說明圖。

[0023]圖7為雙色分束器模組之又另一實施例之若干組

件的例示說明圖。

[0024]圖8為藉如此處描述的雙色分束器分離一預脈衝束與一主脈衝束之方法的一個實施例之流程圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0025]此處描述一種使用雙色分束器模組用以在雷射產生式電漿(LPP)極紫外線(EUV)光系統中分離主脈衝束與預脈衝束的方法及裝置。

[0026]圖1為LPP EUV光源10之一個實施例的若干組件之簡化示意圖。如圖1所示，EUV光源10包括一雷射源12用以產生一雷射脈衝束，及沿從該雷射源12進入一腔室14的一或多個射束路徑傳遞該射束，以照明在一照射區或位置16的一個別標靶，諸如一小滴。適用於圖1顯示的系統12中的雷射配置實例以進一步細節描述如後。

[0027]也如圖1所示，EUV光源10也可包括一靶材遞送系統18，其例如遞送一靶材的小滴進入腔室14內部至照射區域16，於該處小滴將與一或多個雷射脈衝互動以最終產生電漿及產生EUV出射。多種靶材遞送系統已於先前技術呈示，及其相關優點將對熟諳技藝人士顯然易知。

[0028]如前文描述，靶材係為EUV發射元件，其可包括但非僅限於含錫、鋰、氫或其組合的材料。靶材可呈液體小滴形式，或另外，可為固體粒子含在液體小滴內部。舉例言之，元素錫可呈示作為靶材呈純錫、錫化合物諸如 SnBr_4 、 SnBr_2 、 SnH_4 、錫合金例如錫-鎳合金、錫-鈷合金、

或錫-銻-鎘合金、或其組合。取決於所使用的材料，靶材可在各個溫度包括室溫或近室溫(例如錫合金或 SnBr_4)，於高於室溫之溫度(例如純錫)，或於低於室溫之溫度(例如 SnH_4)呈示至照射區域16。於某些情況下，此等化合物可能相當具揮發性，諸如 SnBr_4 。錫以外的材料的EUV發射元件的類似合金及化合物，此等材料及前述者的相對優點將為熟諳技藝人士所顯然易知。

[0029]回頭參考圖1，EUV光源10也可包括一光學元件17，諸如近法線入射集熱器反射鏡，具有呈扁長類球體形式(亦即橢圓體以其主軸為中心旋轉)的反射面，使得該光學元件17具有第一焦點落入或接近照射區域16，及第二焦點位在所謂的中間區域20，於該處EUV光可從EUV光源10輸出，而輸入至運用EUV光的一裝置，諸如積體電路光刻術工具(圖中未顯示)。如圖1所示，光學元件17係成形有一孔徑以許可由雷射源12所產生的該雷射光脈衝透過其中及到達照射區域16。

[0030]光學元件17須具有用以收集EUV光的適當表面，及導向EUV光至中間區域20用以隨後遞送給利用該EUV光的裝置。舉例言之，光學元件17可具有梯階化多層塗覆，具有鋁及矽的交錯層，及於某些情況下，一或多個高溫擴散障壁層、光滑層、蓋層及/或蝕刻停止層。

[0031]熟諳技藝人士將瞭解扁長橢圓體鏡以外的其它光學元件可用作為光學元件17。舉例言之，光學元件17另外可為以其主軸為中心而旋轉的拋物線，或可經組配以傳

遞具有環形剖面的一射束至一中間位置。於其它實施例中，光學元件17可利用除了此處描述者以外的或額外的塗層及層。熟諳技藝人士將能夠於一特定情況針對光學元件17選擇合宜形狀及組成。

[0032]如圖1所示，EUV光源10可包括一聚焦單元22，其係包括用以將雷射束聚焦至在照射位置的一焦點的一或多個光學元件。EUV光源10可包括一射束調節單元24，具有介於雷射源12與聚焦單元22間的一或多個光學元件以供擴大、轉向及/或成形該雷射束，及/或成形雷射脈衝。多種聚焦單元及射束調節單元為技藝界所已知，而可由熟諳技藝人士適當地選用。

[0033]如前記，於某些情況下，LPP EUV系統使用一或多個種子雷射以產生雷射脈衝，然後該雷射脈衝可經放大變成雷射束，雷射束照射在照射位置16的靶材以形成可激勵EUV發光的電漿。圖2為可用在LPP EUV系統中作為雷射光源的一部分之種子雷射模組30之一個實施例的放大示意圖。

[0034]如圖2之例示說明，種子雷射模組30包括兩個種子雷射，亦即一預脈衝種子雷射32及一主脈衝種子雷射34。熟諳技藝人士將瞭解當使用此種含有兩個種子雷射的實施例時，靶材可首先以來自預脈衝種子雷射32的一或多個脈衝照射，及然後以來自主脈衝種子雷射34的一或多個脈衝照射。

[0035]種子雷射模組30顯示為具有「摺疊」配置，而非

呈直線排列該等組件。實際上，此種配置為典型配置以限制模組大小。為了達成此項目的，由預脈衝種子雷射32及主脈衝種子雷射34的雷射脈衝所產生的射束係藉複數個光學組件36而被導引至期望的射束路徑上。取決於期望的特定組態，光學組件36可為此等元件諸如透鏡、濾鏡、稜鏡、鏡面或可用以導引射束於期望方向的任何其它元件。於某些情況下，光學組件36也可執行其它功能，諸如變更通過射束的偏極化。

[0036]於圖2的實施例中，來自各個種子雷射的射束首先通過電光調變器38 (EOM)。EOM 38係與種子雷射用作為脈衝成形單元以修整由種子雷射所產生的脈衝成為具有較短的持續時間及較快的衰減時間之脈衝。較短的脈衝持續時間及相對地較快的衰減時間可能增加EUV光輸出及光源效率，原因在於該脈衝與一靶材間的交互作用時間短，及原因在於該脈衝之不必要部分不會耗盡放大器增益故。雖然圖中顯示兩個分開的脈衝成形單元(EOM 38)，但另外共用脈衝成形單元可用以修整預脈衝及主脈衝種子。

[0037]然後，來自種子雷射的射束通過聲光調變器(AOM) 40及42。AOM 40及42係用作為「開關」或「快門」，其操作而將來自靶材的雷射脈衝的任何反射轉向以免到達種子雷射；如前述，種子雷射典型地含有敏感光學元件，如此，AOM 40及42避免任何反射傷害種子雷射元件。於此處顯示的實施例中，來自各個種子雷射之射束通過兩個AOM；但於若干實施例中，來自各個種子雷射的射束可只

通過各路徑上的一個單一AOM。

[0038]在通過AOM 40及42後，二射束由射束組合器44「組合」。由於來自各個種子雷射的脈衝係在不同時間產生，如此實際上表示兩個時間上分開的射束係配置在一共用射束路徑46上以供進一步處理及使用。

[0039]在被配置於一共用射束路徑46上之後，來自該等種子雷射中之一者(再度，一次只有一者)的射束通過一射束延遲單元48，諸如技藝界所已知及容後詳述。其次，射束係被導引通過一前置放大器50，及然後，通過一擴束器52。其後，射束通過一薄膜偏光器54，及然後藉光學組件56繼續導引前進，該光學組件56再度係為導引射束至LPP EUV系統中的下個階段的一元件，也可發揮其它功能。從光學組件56，射束典型地通至一或多個光學放大器及其它組件。

[0040]適用作為預脈衝種子雷射及主脈衝種子雷射二者的各個波長可調式種子雷射為技藝界所已知。舉例言之，於一個實施例中，種子雷射可為二氧化碳雷射，具有於次大氣壓，例如0.05至0.2大氣壓的含二氧化碳之密封填充氣體，且係藉射頻放電泵送。於若干實施例中，光柵可用以協助界定種子雷射的光腔，及光柵可旋轉以調整種子雷射至擇定的旋轉線。

[0041]圖3至圖7為用在光源12及/或圖1顯示的相聯結組件中之雷射源100的一部分之多個實施例的簡化示意圖。此等圖式顯示的若干元件相對應於出現在如上圖1及圖2的元件。於各個此等圖式中，一雷射源100包括一雙色分

束器模組，用以將橫過一共用射束路徑的主脈衝束與預脈衝束分開。更明確言之，雙色分束器模組302(圖6的602；圖7的702)包含一第一雙色元件108、一第一反射元件或鏡110(圖6的610)、一第二反射元件或鏡112(圖7的712)、及第二雙色元件114。如現在解說，第一雙色元件108與第二雙色元件114係沿射束路徑實質上對齊，且係經組配以許可在一個波長的第一射束，諸如預脈衝束通過其中，而反射在另一波長的一第二射束，諸如主脈衝束。

[0042]現在參考圖3，可見具有雙色分束器模組302用以分離主脈衝束與預脈衝束的雷射源100之第一實例。如本實例所示，裝置100包括一種子雷射104，其在射束路徑106上產生一預脈衝束輸出，通過雙色分束器模組302，及隨後，在來自靶材遞送系統18的靶材到達照射位置16之前，該預脈衝束輸出與一靶材交互作用。

[0043]更明確言之，如圖所示，來自種子雷射104的預脈衝束沿射束路徑106行進，及進入雙色分束器模組302，於該處遭遇第一雙色元件108。由於第一雙色元件108許可具有預脈衝束的該波長之雷射光通過，故預脈衝束通過第一雙色元件108前進直至其遭遇第二雙色元件114。由於第二雙色元件114也許可具有預脈衝束的該波長之雷射光通過，故預脈衝束通過第二雙色元件114。在出射該雙色分束器模組302之後，然後，預脈衝束遭遇靶材且與靶材交互作用以發揮其預脈衝功能，如本文它處所述。

[0044]現在參考圖4，來自種子雷射104的主脈衝束沿射

束路徑106行進，及進入雙色分束器模組108，於該處遭遇第一雙色元件108。由於第一雙色元件108反射具有主脈衝束的該波長之雷射光，故主脈衝束係沿一新射束路徑從第一雙色元件108反射至一新鏡110，該新鏡110反射該主脈衝束至第二鏡112，其又轉而反射該主脈衝束至第二雙色元件114。由於第二雙色元件114也反射具有主脈衝束的該波長之雷射光，故主脈衝束係從第二雙色元件114反射，然後與在該照射位置16的靶材交互作用，如圖所示。

[0045]現在參考圖5，闡釋圖3疊在圖4上的裝置及操作，易知各自沿相同射束路徑106來自種子雷射104的預脈衝及主脈衝如何藉分束器模組302分開，藉此協助預脈衝束先遭遇靶材，及準備主脈衝束在照射位置16與靶材交互作用。於一個實施例中，此種角向射束分離結果導致預脈衝束遭遇靶材比主脈衝束遭遇照射位置16遠約200微米(沿x軸)。又，須瞭解雖然圖5闡釋預脈衝束及主脈衝束行進通過分束器模組302，此等射束可於不同的時間間操作，如本文它處解說。

[0046]如前文解說，第一雙色元件108及第二雙色元件114運用技藝界已知的雙色濾波特性的許色具有一個波長光通過，而反射具有另一個波長光。更明確言之，於一個實施例中，此等雙色元件包含在水冷式外殼(爲了其熱特性)內的一菱形窗經塗覆以反射一個波長光(例如於10.59微米的主脈衝束)，但透射一不同波長光(例如於10.26微米的預脈衝束)。提供此種雙色濾波特性的塗層及材料爲市售可得

且為業界已知。

[0047]須瞭解第一鏡110或第二鏡112的反射表面，或第一鏡110與第二鏡112二者可為固定的大致平坦形狀，或可為固定彎曲或曲面形狀。

[0048]分束器模組602的又一實施例可見於圖6，於該處圖3-5的第一鏡110已經由可變形鏡610所置換。圖6的可變形鏡610執行圖3-5的第一鏡110之功能，也提供補償或矯正散焦、散光、彗差、球面及/或主脈衝束的更高階像差的額外能力，該像差可能係由於雙色元件及/或任何其它光學元件沿主脈衝束的射束路徑的熱效應、製造誤差、安裝應力、不對齊等所引起。

[0049]可變形鏡610並非平坦反射元件或反射鏡，可變形鏡610係為具有可動態改變形狀的鏡，諸如可變半徑鏡(VRM)(其實例包括市面上由美國賓州薩森堡II-IV紅外線出售者)、壓電堆疊陣列鏡、壓電單晶鏡(其實例包括市面上由法國席勒斯(CILAS)出售者)、壓電多晶鏡(其實例包括市面上由俄國奈特恩(Night-N)出售者)、或任何其它機械上可變形鏡，諸如壓電可變形鏡或微機製膜可變形鏡(其實例包括市面上由荷蘭可撓性光公司(Flexible Optical B.V.)，又稱OKO Tech出售者)。藉此方式，如技藝界所已知，反射束之特性可藉改變鏡的形狀而動態變更。此種可變更反射束特性包括焦深調整、焦距變化的補償、射束直徑、發散、及焦點大小等前文列舉者。

[0050]分束器模組702的另一替代實施例可見於圖7，於

該處圖3-5的第二鏡112已經由一可調整鏡712置換，用以對齊主脈衝遭遇照射位置16。可調整鏡712可環繞一軸樞轉或調整以藉此變更從該第一鏡110反射至可調整鏡712，及然後朝向第二雙色元件114的反射主脈衝束的角度。藉此此種調整後的反射角變更通過第二雙色元件114的分開的預脈衝束與藉第二雙色元件所反射的主脈衝束間的發散角 θ ，藉此改變主脈衝遭遇照射位置16的位置。此項調整也可用以變更主脈衝焦點，以解決經由與預脈衝束交互作用所造成靶材的任何後向移位(沿z軸)。

[0051]於又一個實施例中，第二雙色元件114也可調整(圖中未顯示)因而維持及/或控制瞳孔位置(於該處，分開的預脈衝束出射第二雙色元件114，及交叉反射離第二雙色元件114的主脈衝束)及發散角 θ (此處又稱分離角或輸出角)。

[0052]於又另一個實施例中，圖7之可調整鏡712可替代第一鏡110而非替代第二鏡112，如圖所示及所述。於此額外實施例中，圖6的可變形鏡610可替代第二鏡112。

[0053]於又另一個替代實施例中，依據本辦法的分束器模組可包括圖6的可變形鏡610及圖7的可調整鏡712。

[0054]於又另一個替代實施例中，圖6的可變形鏡610及圖7的可調整鏡712可組合成單一元件，替代第一鏡110及第二鏡112中之任一者或二者，以藉此完成與此處已述的相同功能。

[0055]圖8為使用如此處描述的雙色分束器從主脈衝束分離預脈衝束之方法的一個實施例之流程圖。於步驟801，

例如藉種子雷射而在朝向一照射位置16的射束路徑上產生一雷射預脈衝。於步驟802，然後該預脈衝通過第一及第二雙色元件，該等元件通過預脈衝繼續前進朝向接近照射位置的靶材。於步驟803，例如藉種子雷射而在朝向一照射位置的射束路徑上產生一雷射主脈衝。於步驟804，主脈衝由第一雙色元件反射至第一反射元件或鏡，其反射主脈衝至第二反射元件或鏡，其反射主脈衝至照射位置。

[0056]於替代實施例中，於步驟804，第一鏡的形狀係經動態改變以變更反射主脈衝束的射束特性。於又另一個替代實施例中，於步驟804，調整第二鏡112以朝向第二雙色元件對齊反射主脈衝束，以影響該主脈衝遭遇該照射位置的所在位置。

[0057]前文已經參考數個實施例解說所揭示之方法及裝置。鑑於本文揭示，其它實施例對熟諳技藝人士顯然易知。所描述之方法及裝置的某些構面方便使用前述實施例所揭示者以外的組態體現，或結合前述以外的元件體現。舉例言之，可使用不同的演算法及/或邏輯電路，或許比較此處描述者更複雜，及可能為不同型別的驅動雷射及/或對焦鏡頭。

[0058]但須瞭解於又另一個實施例中，並非雙色分束器模組讓預脈衝通過該雙色元件而藉雙色元件反射主脈衝而分離射束，取而代之，雙色分束器模組藉該雙色元件反射預脈衝而藉雙色元件通過主脈衝而同樣地分離射束。其達成方式係藉改變該雙色元件以反射具有預脈衝束波長光而

通過具有主脈衝束波長光，以及於如圖所示的雙色分束器模組內，逆轉靶材方向(沿x軸)，或將鏡面置於雙色元件上方而非下方達成。

[0059]注意如此處使用，「光學元件」一詞及其衍生詞包括但非必要僅限於反射及/或透射及/或在入射光上操作的一或多個組件，反而係包括但非僅限於一或多個透鏡、視窗、濾鏡、楔形件、稜鏡、稜柵、分級、傳輸纖維、標準量具、漫射器、均化器、檢測器及其它儀器組件、孔徑、轉向鏡及包括多層鏡之鏡、近法線入射鏡、輕擦入射鏡、鏡面反射器、漫反射器及其組合。此外，除非另行載明否則如此處使用的「光學元件」、「光學組件」及其衍生詞係表示限於該等組件其單獨或較佳地在一或多個特定波長範圍內操作，諸如EUV輸出光波長、照射雷射波長、適用於度量衡的波長或若干其它波長。

[0060]如此處所記，各項變化皆屬可能。於某些情況下可使用單一種子雷射而非如附圖顯示的兩個種子雷射。同理，須瞭解依據本辦法的分束器模組可位在雷射源12內部任一處或附接其上，包括作為擴束器52或射束調節單元24或聚焦單元22的一部分以適合達成此處描述的功能。

[0061]也須瞭解所描述的方法及裝置可以無數方式體現，包括作為一方法、一裝置、或一系統包括一計算裝置或控制器以執行此處描述的某些操作。此處描述的方法可藉程式指令體現，該等程式指令指示一處理器執行此等方法，及此等指令記錄在一電腦可讀取儲存媒體上，諸如硬

碟機、軟碟、光碟諸如光碟片(CD)或數位影音碟(DVD)、快閃記憶體等，或電腦網路其中該等程式指令係透過光學或電子通訊鏈路發送。須注意此處描述的方法步驟之順序可變更而仍係落入於本文揭示之範圍。

[0062]有關實施例的此等及其它變化皆意圖由本文揭示所涵蓋，係僅受隨附之申請專利範圍各項所限。

【符號說明】

10...雷射產生式電漿(LPP)極 紫外線(EUV)光源	44...射束組合器
12...雷射源、系統、光源	46...共用射束路徑
14...腔室	48...射束延遲單元
16...照射區或位置	50...前置放大器
17...光學元件	56...光學組件
18...靶材遞送系統	100...雷射源
20...中間區域	104...種子雷射
22...聚焦單元	106...射束路徑
24...射束調節單元	108...第一雙色元件
30...種子雷射模組	110、610...第一反射元件或鏡
32...預脈衝種子雷射	112、712...第二反射元件或鏡
34...主脈衝種子雷射	114...第二雙色元件
36...光學組件	302、602、702...雙色分束器模組
38...電光調變器(EOM)	610...可變形鏡
40、42...聲光調變器(AOM)	712...可調整鏡
	801-804...步驟

申請專利範圍

1. 一種雷射源系統，其係包含：

一雷射源係經組配以產生沿一射束路徑具有一第一波長的一第一雷射光，及係經組配以產生沿一射束路徑具有一第二波長的一第二雷射光；

及

一分束器模組係包含：

一第一雙色元件係經組配以接收沿該射束路徑的該第一雷射光及通過具有該第一波長的該第一雷射光，該第一雙色元件係進一步經組配以接收沿該射束路徑的該第二雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光，

一第一鏡係經組配以接收從該第一雙色元件反射的該第二雷射光及反射所接收的該第二雷射光，

一第二鏡係經組配以接收從該第一鏡反射的該第二雷射光及反射所接收的該第二雷射光，

及

一第二雙色元件係經組配以接收來自該第一雙色元件的該第一雷射光及通過具有該第一波長的該第一雷射光，且係經組配以接收從該第二鏡反射的該第二雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光。

2. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該雷射源係為一種子雷射。
3. 如申請專利範圍第1項之系統，其中經組配以通過具有該第一波長的該第一雷射光的該第二雙色元件係經組配以通過該第一雷射光至接近一照射位置的靶材。
4. 如申請專利範圍第3項之系統，其中經組配以反射具有該第二波長的該第二雷射光的該第二雙色元件係經組配以反射該第二雷射光至該照射位置。
5. 如申請專利範圍第4項之系統，其中該第一雷射光係為一預脈衝束及該第二雷射光係為一主脈衝束。
6. 如申請專利範圍第5項之系統，其中經組配以通過具有該第一波長的該第一雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光的該第一雙色元件及經組配以通過具有該第一波長的該第一雷射光及反射具有該第二波長的該第二雷射光的該第二雙色元件各自係藉在該第一雙色元件及該第二雙色元件上的一雙色塗層達成。
7. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一鏡係具有一平坦反射表面。
8. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一鏡係具有一彎曲反射表面。
9. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二鏡係具有一平坦反射表面。
10. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二鏡係具有一彎曲反射表面。

11. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一鏡係為一可變形鏡。
12. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二鏡係為一可調整鏡。
13. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一鏡係為一可調整鏡。
14. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二鏡係為一可變形鏡。
15. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一鏡係為一可調整鏡及一可變形鏡二者。
16. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二鏡係為一可調整鏡及一可變形鏡二者。
17. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第一雙色元件係為可調整式。
18. 如申請專利範圍第1項之系統，其中該第二雙色元件係為可調整式。
19. 一種用於操作一雷射源之方法，該方法包含：
 - 產生沿一射束路徑具有一第一波長的一雷射預脈衝；
 - 將該雷射預脈衝通過一第一雙色元件及一第二雙色元件至接近一照射位置的靶材；
 - 產生沿該射束路徑具有一第二波長的一雷射主脈衝；
 - 藉該第一雙色元件反射該雷射主脈衝至一第一鏡；

從該第一鏡反射該雷射主脈衝至一第二鏡；

從該第二鏡反射該雷射主脈衝至一第二雙色元件；及

從該第二雙色元件反射該雷射主脈衝至該照射位置。

20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中從該第一鏡反射該雷射主脈衝至該第二鏡係進一步包含動態地改變該第一鏡之一形狀以變更該反射雷射主脈衝的射束特性。

21. 如申請專利範圍第19項之方法，其中從該第二鏡反射該雷射主脈衝至該第二雙色元件係進一步包含調整該第二鏡以對齊該雷射主脈衝至該照射位置。

22. 如申請專利範圍第19項之方法，其中從該第一鏡反射該雷射主脈衝至該第二鏡係進一步包含調整該第一鏡以對齊該雷射主脈衝至該照射位置。

23. 如申請專利範圍第19項之方法，其中從該第二鏡反射該雷射主脈衝至該第二雙色元件係進一步包含動態地改變該第二鏡之一形狀以變更該反射雷射主脈衝的射束特性。

24. 一種具有一程式具現於其上的非過渡電腦可讀取媒體，該程式係可由一處理器執行以實施保護一雷射脈衝源免於脈衝反射之方法，該方法係包含下列步驟：

產生沿一射束路徑具有一第一波長的一雷射預脈衝；

將該雷射預脈衝通過一第一雙色元件及一第二雙

色元件至接近一照射位置的靶材；

產生沿該射束路徑具有一第二波長的一雷射主脈衝；

藉該第一雙色元件反射該雷射主脈衝至一第一鏡；

從該第一鏡反射該雷射主脈衝至一第二鏡；

從該第二鏡反射該雷射主脈衝至該第二雙色元件；及

從該第二雙色元件反射該雷射主脈衝至該照射位置。

圖式

1/5

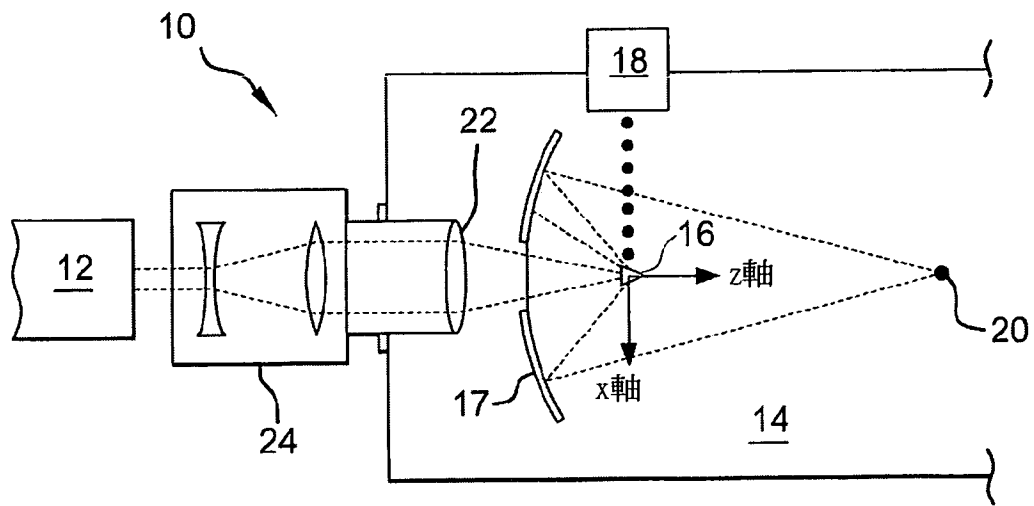


圖 1

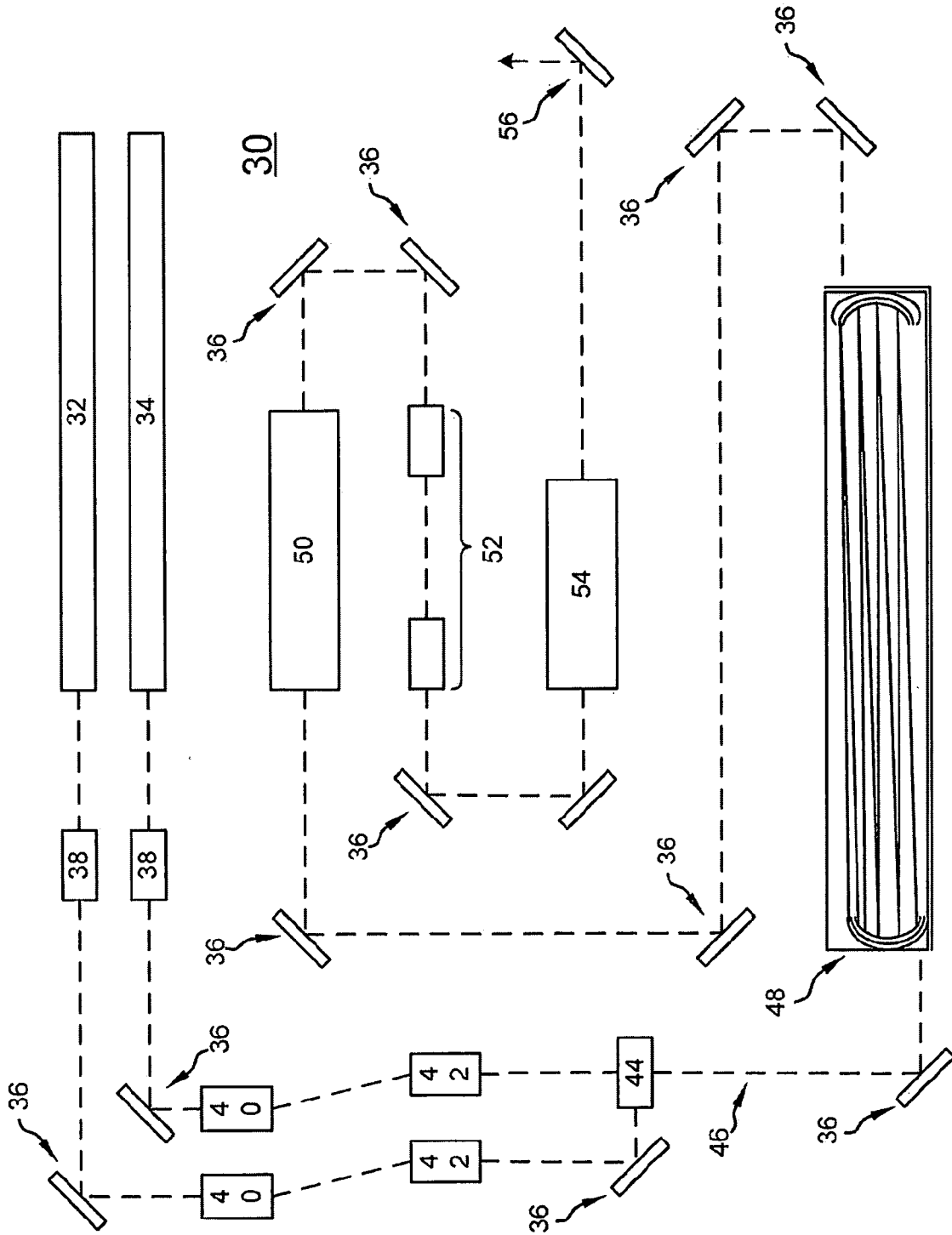


圖 2

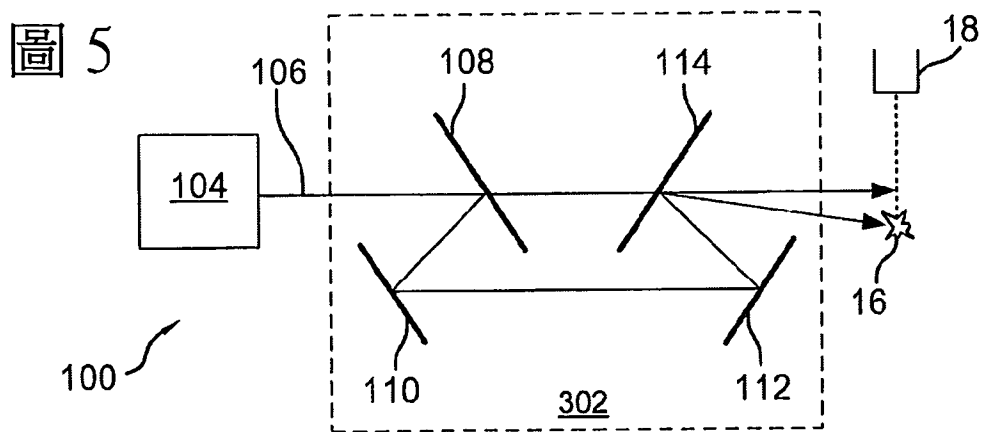
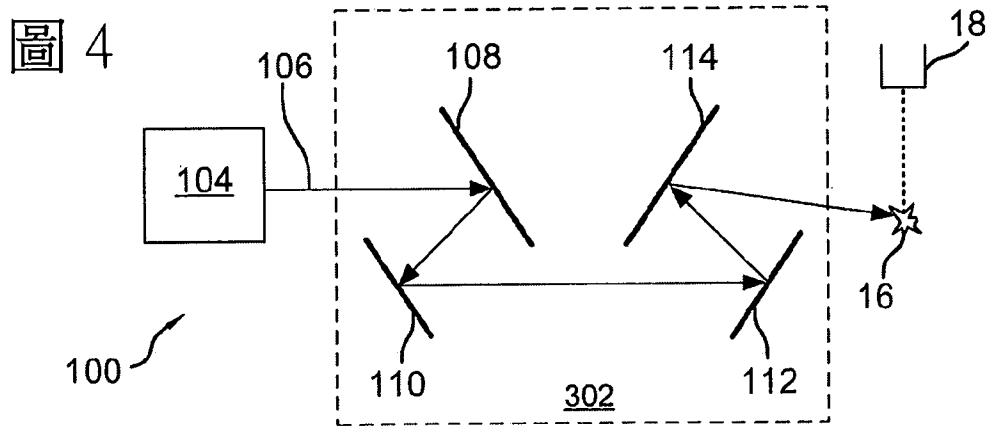
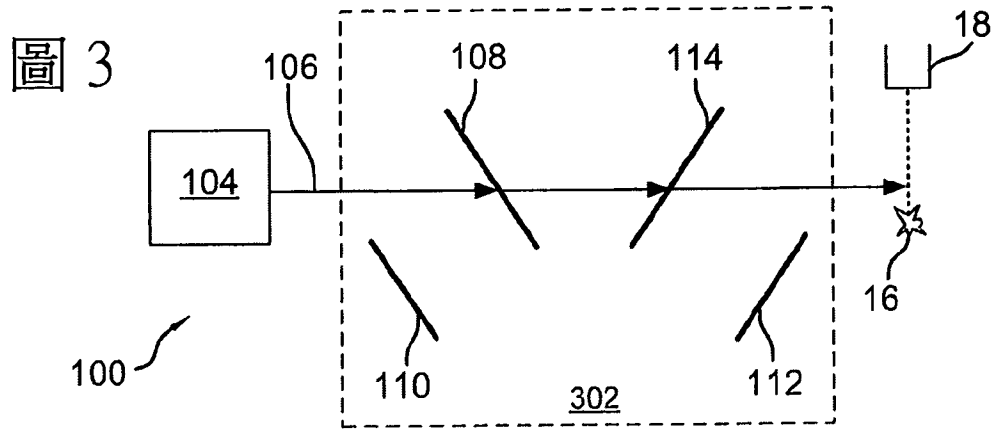


圖 6

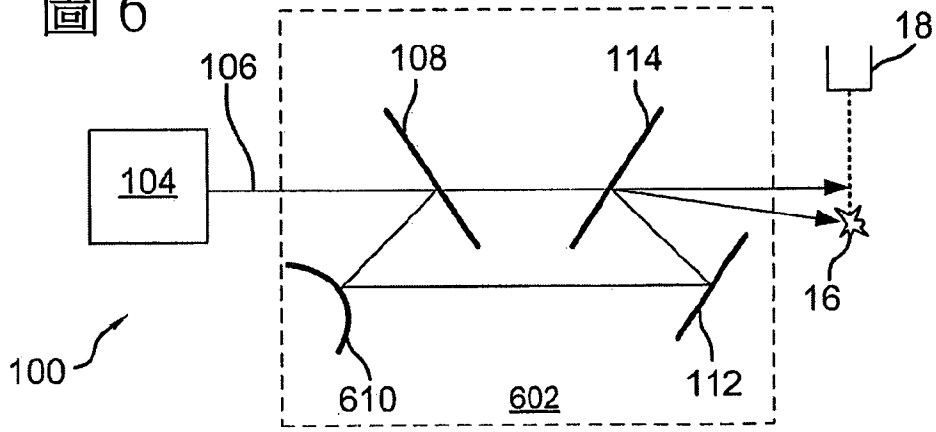
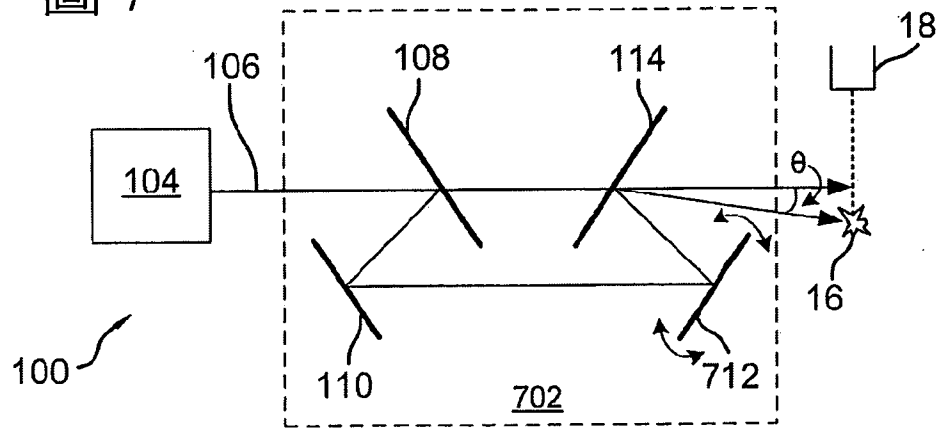


圖 7



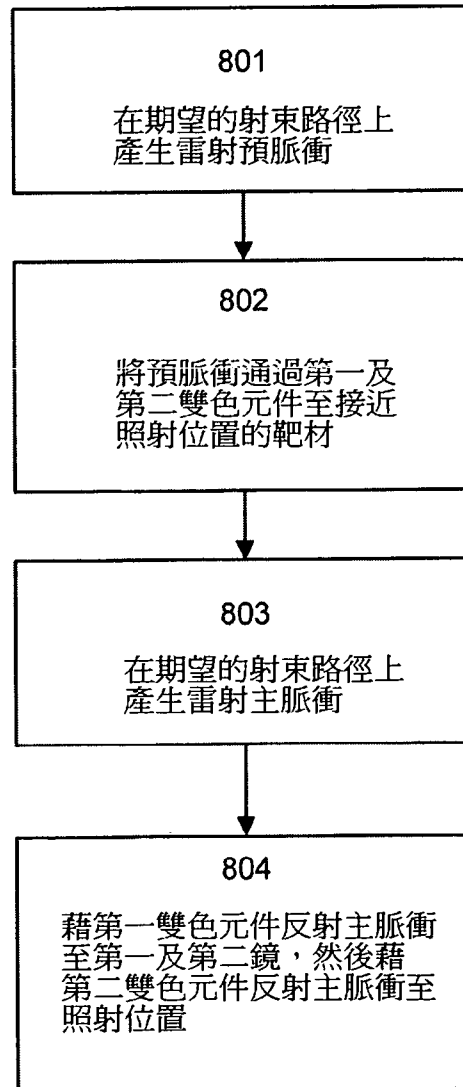


圖 8