

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：P4141502

※申請日期：P4, 11, 2J ※IPC 分類：H01S 3/08
H01S 3/10

一、發明名稱：(中文/英文)

高功率高脈衝重複率之氣體放電雷射系統的頻寬管理

HIGH POWER HIGH PULSE REPETITION RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM BANDWIDTH
MANAGEMENT

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 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 桑德史東 里查 L./SANDSTROM, RICHARD L.

2. 派特洛 威廉 N./PARTLO, WILLIAM N.

3. 布朗 丹尼爾 J.W./BROWN, DANIEL J.W.

4. 亞哥特斯 J. 馬汀/ALGOTS, J. MARTIN

5. 崔秀克 費多/TRINTCHOUK, FEDOR

國籍：(中文/英文)

1. 2. 4. 美國/USA 3. 澳洲/Australia 5. 俄羅斯/Russia

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:2004,11,30: 11/000,571

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

本發明係有關用於產生適合如積體電路光微影術光阻
5 曝光等應用之DUV光之高功率高重複率氣體放電受激準分
子及分子性氬雷射系統，其中對於一輸出雷射光脈衝束中
之輸出雷射光脈衝的特定參數具有附屬的嚴格控制。

【先前技術】

相關申請案

10 此申請案係有關與此申請案同日提交讓渡予本申請案
的共同受讓人之事務所案號2004-0056-01且名稱為“譜線窄
化模組”之美國申請案編號11/000,684，該案的揭示以引用
方式併入本文中。本申請案亦有關2004年10月1日提交且讓
渡予本申請案的共同受讓人之名稱為“鬆散氣體放電雷射
15 微影術光源”的美國申請案10/956,784號，該案的揭示以引
用方式併入本文中。

發明背景

在用於以脈衝迸發產生一輸出雷射光脈衝束脈衝作為
用於處理一工件表面(譬如，一半導體積體電路微影術工具
20 中的一晶圓以曝露晶圓中的光阻)之製造設備的光源之高
功率高脈衝重複率氣體放電雷射系統中，高光學通量係引
發傳播媒體中的光學不均勻度。LNM稜鏡、室窗口及清除
氣體(譬如氬)中所發展之折射率梯度係引起雷射波前扭
曲，而其亦導致光學頻譜加寬。譬如F₂含量等雷射室中氣

體的條件係亦會譬如由於改變雷射光脈衝束波前而影響雷射效能，包括頻寬。申請人根據本發明的一實施例之態樣對於這些問題提出解決方案。

此技藝中已知在一雷射共振腔穴內採用一譜線窄化模組，該雷射共振腔穴譬如係界定為譬如單一室雷射振盪器或一具有一用以將一籽束進給至一放大部(譬如一主振盪器功率放大器(MOPA)組態中之一功率放大器)內的振盪器部之兩室式雷射系統的一振盪器部中用以形成腔穴之一部分反射性輸出耦合器與一完全反射性鏡面之間的一雷射室。譜線窄化模組係定位且適應於可選擇一窄波長頻帶附近之一所需要的中心波長，其中普通亦小心地選擇窄頻帶的頻寬使之成為盡可能狹窄的頻寬，譬如供其中一掃描微影術光阻曝光裝置的透鏡中之色性像差可能很關鍵之微影術使用，但亦譬如位於部分頻寬範圍內，亦即既不過大亦不過小，亦譬如基於光微影術的理由，譬如用來最佳化及致能製備罩幕(主光罩)時所常用之現代光學緊鄰性矯正技術。基於此等理由，需要不只“不超過”模式的頻寬控制，亦即需要位於一指定頻寬數值之狹窄的“不超過”及“不低於”範圍內之控制，且這些需求係包括脈衝至脈衝之間的穩定度。

目前的譜線窄化模組係含有一光柵作為一散佈性光學元件，譬如，一具有一選用界限視線角(graze angle)以一立卓組態(Littrow configuration)之階梯光柵(eschelle grating)以使一選定中心波長的光返回至設有譜線窄化模組之雷射

共振器腔穴。隨著時間經過，在譬如使用於半導體製造光微影術中作為能夠自此光源輸送所需要的很高脈衝重複率很高能脈衝雷射束之DUV光源之諸如高功率氣體放電受激準分子或分子性氟雷射系統中所出現者等高能DUV光的一通量中，通常由鋁構成之光柵的光學散佈性表面、或至少一反射性塗層係會惡化。此惡化會到達不再能夠在所需要的規格內達成中心波長選擇及/或譜線窄化之程度。根據本發明的一實施例之態樣，申請人鑒於此壽命問題提出一解決方案，其將藉由加長光柵的有效壽命來在雷射系統壽命

5

10

亦瞭解數項因素將會影響氣體放電雷射系統以含有指定範圍內之對的頻寬之脈衝來可重複地產生輸出雷射光脈衝束之能力。其中包括可將雷射系統內之雷射光脈衝束的波前修改至譬如雷射振盪腔穴內的一譜線窄化模組中之數項因素，其係用於單一雷射室雷射或振盪器室與另一振盪器室的一組合而無譜線窄化或一並非振盪器的放大器室，譬如在前者案例中係為一主振盪器功率振盪器系統(“MOPO”)或在後者案例中為一主振盪器功率放大器系統(“MOPA”)。時常，需要對於FWHM及E95分開地修改雷射

15

20

輸出光脈衝束脈衝的各頻寬。既有的修改方式係傾向於以相同方式修改FWHM及E95兩者，亦即皆減小或增大且以一者對另一者保持一相對較固定的比值，譬如如第1A及1B圖所示。根據本發明的一實施例之態樣，申請人提出FWHM及E95的修改，其中可獲得兩者之間的一相對較線性及連續

可變的比值以選擇性地相對於一者來修改另一者而兩者之間並無上述相對較固定的差異。

會影響維持頻寬穩定度的能力之氣體放電雷射系統的一特徵係為：在一其中對於脈衝的最終雷射系統輸出光脈衝決定或部分地決定中心波長及頻寬之振盪腔穴中轉折經過系統(譬如經由一譜線窄化模組(“LNM”), 有時亦稱為譜線窄化包裝體(“LNP”))之雷射光脈衝束的發散性本質。一案例中, 雷射系統係可包含單一室, 該室係具有一共振振盪器腔穴及腔穴中的譜線窄化模組, 而在譬如一兩系統(譬如一主振盪器功率放大器(MOPA)雷射系統)等另一者中, LNM可位於系統之主振盪器部的腔穴中並決定離開MO之脈衝的雷射光脈衝束脈衝之頻寬, 且因此亦部分地決定整體地離開雷射系統之最終輸出雷射光脈衝束脈衝的頻寬。根據本發明的實施例之態樣, 申請人提出此頻寬控制及頻寬穩定度控制、一迸發中的脈衝至脈衝及迸發至迸發之改良。

頻寬測量係基於各不同理由使用在雷射控制系統中, 而產生一給定頻寬(譬如12 pm, 也許位於譬如約 ± 0.05 pm FWHM或如E95等一所測得的對應寬度之一相對較窄的頻帶內)的雷射輸出光脈衝之能力係很重要, 特別是對於諸如積體電路光微影術的光源等用途尤然。請瞭解FWHM(全寬一半最大值)係為某百分比的峰值之頻寬的測量值, 在此例中對於FWHM之50%的峰值(但亦同樣可為某其他百分比的峰值, 譬如25%(“FW25M”)或75%(“FW75M”))及此申請案及

申請專利範圍中之FWHM的使用除非另行指明否則係預定涵蓋了所有形式之代表頻寬之此百分比的峰值方式。亦將瞭解E95係為在其內所包含之位於頻譜的中心波長任一側上之一頻譜內含的某百分比(譬如對於E95的95%)的頻譜強烈度積分之寬度的一頻寬測量值。其同樣亦可為某其他百分比，譬如25%("E25")或75%("E75")，而在此申請案及申請專利範圍中除非另外清楚指明否則使用E95時係預定涵蓋了所有形式的此種頻寬代表方式，而非FWHW方法。

過去已知將光柵拉入如一垂鏈等物件中，如讓渡予本申請案的共同受讓人之1992年3月10日發證予散茲充(Sandstrom)名稱為“頻譜窄化技術”之美國專利案5,095,492號，該案的揭示以引用方式併入本文中。此技藝中亦已知採用譬如讓渡予本申請案的共同受讓人且其揭示以引用方式併入本文中之2001年4月3日發證予艾瑞(Erie)等人名稱為“具有自動束品質控制之智慧型雷射”的美國專利案6,212,217號所討論之另一形式的一頻寬控制部件。根據本發明的一實施例之態樣，申請人利用這些頻寬控制部件的態樣提出一經改良的波前控制。

以引用方式將其揭示併入本文中之2004年7月6日發證予濟默曼(Zimmerman)等人名稱為“具有改良的機械效能之譜線窄化光學模組”之美國專利案6,760,358號係揭露：

--一用以調整安裝在一具有經抑制滯後作用的雷射共振器內之一光學組件的一定向之裝置係包括一機電部件、一驅動元件、及一耦合至所安裝的光學組件之機械光學部

件。驅動元件構成爲接觸且施力至機械光學部件之方式係可將機械光學部件的定向且因此包括光學組件的定向調節至雷射共振器內之一已知定向。光學組件的安裝方式係使安裝座施加至光學組件之應力呈現均質性且大致呈熱獨立性。

【發明內容】

發明概要

揭露一用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化裝置及方法，其可包含：一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上的入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第一方式來改變散佈性表面的曲率；及，一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第二方式來改變散佈性表面的曲率。第一方式可修改一第一頻寬測量而第二方式可修改一第二頻寬測量以使第一測量對於第二測量的比值顯著地改變。第一測量可爲處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而第二測量可爲其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之寬度(EX%)。第一方式可改變散佈性表面的圓柱曲率，而第二方式可改變散佈性表面的垂鏈曲率。第一及第二彎折機

構的至少一者係可以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，束參數偵測器係偵測脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而控制器以一採用對於迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供回饋。譜線窄化模組可包含一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝的雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之一入射角所決定；一第一散佈性光學彎折機構，其操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在第一維度中改變散佈性表面的曲率；一第二散佈性光學彎折機構，其操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概括正交於第一維度之第二維度中改變散佈性表面的曲率。第一維度中之曲率變化係可修改一第一頻寬測量而第二維度中之曲率變化可修改一第二頻寬測量以使第一測量對於第二測量的比值顯著地改變。第一維度中的曲率變化係可改變第一維度中的圓柱曲率而第二維度中的曲率變化可改變第二維度中的圓柱曲率，或第一維度中的垂鏈曲率及第二維度中的垂鏈曲率，或第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者以及第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。用於產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶 DUV 高功率高重複率氣體放電雷射係可包含：一束徑插件，其包含一具有一第二折射率及一與第一折射率熱梯度相反的第二折射率熱梯度且放置在束徑中且受到與一鄰近

- 光學元件相同的環室環境之第二材料。束徑插件係可包含一薄板。第一材料可包含 MgF_2 而第二材料可包含一諸如經熔合矽石等非晶形式的矽。光學元件可選自包括下列各物的群組：稜鏡、窗口及散佈性光學元件。束徑插件可具有一入射表面及一透射表面，入射表面及透射表面的至少一者塗覆有一防反射塗層以盡量降低經過束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。可以最高通量穿過之鄰近光學元件的厚度以及第一材料與第二材料的容積吸收係數的比值作為基礎來選擇束徑插件之厚度。譜線窄化模組係可包含：
- 5 一入射表面及一透射表面，入射表面及透射表面的至少一者塗覆有一防反射塗層以盡量降低經過束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。可以最高通量穿過之鄰近光學元件的厚度以及第一材料與第二材料的容積吸收係數的比值作為基礎來選擇束徑插件之厚度。譜線窄化模組係可包含：
 - 10 一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學
 - 15 部件且可操作以在一第一維度中改變散佈性表面的曲率；一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概括平行於第一維度之第二維度中改變散佈性表面的曲率。用於以脈衝迸發產生一窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射輸出雷
 - 20 射光脈衝束脈衝之雷射系統係可包含一共振雷射腔穴；一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，在雷射腔穴內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一

位於雷射腔穴中之光束扭轉元件，其光學性扭轉雷射光脈衝束以將一經扭轉波前提出至散佈性中心波長選擇光學部件。光學束扭轉元件可包含呈伸縮配置之一第一圓柱形透鏡及一第二圓柱形透鏡。第一及第二圓柱形透鏡的至少一者係可沿第一及第二圓柱形透鏡的至少一者之一橫向中軸線而旋轉。第一圓柱形透鏡係可沿第一圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉，且第二圓柱形透鏡可沿第二圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉。用於一以脈衝迸發產生輸出雷射光脈衝束脈衝之一窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組係可包含一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以改變散佈性表面的曲率；一光學頻寬選擇元件，其可操作以藉由生成一定心於一第一中心波長上的第一頻譜及一定心於一與第一中心波長分離一夠小足以使第一及第二頻譜大致地重疊的選定位移之第二中心波長上的第二頻譜來修改雷射光脈衝束的有效頻譜。光學頻寬選擇元件可包含一顫動式調整機構，譬如一調整鏡面或一調整稜鏡，其對於一迸發中的部分脈衝選擇第一中心波長且對於迸發中的其他脈衝選擇第二中心波長以對於含有兩選定重疊中心波長頻譜的迸發提供一有效的經整合頻譜，或一可變折射性光學元件，

其界定雷射光脈衝束之一第一部在散佈性中心波長選擇光學部件上之一第一入射角及雷射光脈衝束之一與第一部呈空間性分離的第二部在散佈性光學部件上之一第二入射角。可變折射性光學元件係可包含一具有一縱圓柱中軸線之圓柱形透鏡，該縱圓柱中軸線概括平行於雷射光脈衝束之一橫剖面之一中軸線，且可被可變地插入於雷射光脈衝束的第一部之路徑內。彎折機構主要係修改一第一頻寬測量，而光學頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。第一測量可為EX%而第二測量可為FWX%M。

10 圖式簡單說明

第1A及1B圖顯示隨著一頻寬控制部件受到調節時之FWHM及E95頻寬改變的圖形；

第2圖部分地示意性顯示如上文所參照的美國專利案5,095,492號所討論之一先前技藝主動頻寬控制部件；

15 第3圖顯示如美國專利案6,212,217號所討論之一先前技藝頻寬控制部件；

第4圖為顯示根據本發明的一實施例之態樣之在不同模式中用於彎折光柵之頻寬控制部件的效果之圖形；

20 第5圖示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一用於同時將多重扭曲傳遞予光柵之裝置；

第6圖部分地示意顯示根據本發明的一實施例之態樣之一譜線窄化模組；

第6A-6D圖顯示藉由根據本發明的一實施例之態樣之裝置將一示範性力對施加至光柵之扭曲性衝擊；

第7圖為根據本發明的一實施例之態樣以不同方式測量之頻寬變化的圖表；

第8圖為類似於第1A及1B圖者之圖表；

第9圖為模擬的波長峰值分離及導致對於第7圖所示的
5 E95及FWHM之衝擊的圖表；

第10圖示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一雷射系統；

第11圖部分示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一光束扭轉元件；

10 第12圖顯示第11圖的光束扭轉元件所生成之一經扭轉束輪廓的一範例；

第13圖顯示束扭轉對於一頻寬測量上之效應的一範例；

15 第14圖顯示根據本發明的一實施例之態樣相對於彼此旋轉之兩透鏡的定向。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

申請人的受讓人之客戶對於其雷射系統產品且許多終端使用者對於此等產品係已經需要譬如FWHM及E95的任一者或兩者之雷射頻寬具有主動控制。根據本發明的一實施例之態樣，申請人譬如利用兩獨立調節使兩參數可被調節及維持在一組數值範圍內來提出更好之獨立的頻寬控制及控制FWHM與E95兩者之方式。如1A及1B圖所示，一種既有修改頻寬的方式係利用譬如一頻寬控制部件

20

(“BCD”), 其譬如如同目前在雷射的譜線窄化模組(“LNM”)中所實行者, 譬如申請人的受讓人的7XXX及XLA系列產品。BCD係影響一散佈性中心波長選擇光學元件的圓柱曲率, 其亦產生某寬度的FWHM及E95之一頻寬, 譬如上文參

5 照的雷射產品中的譜線窄化模組中所使用之立卓(Littrow)組態的光柵及譬如階梯光柵。譬如光柵的圓柱曲率等光柵之散佈性表面的改變係會影響雷射頻寬的FWHM及E95兩者。此效果的一範例顯示於第1A及1B圖, 其中針對BCD散佈性表面的各種不同圓柱曲率對於FWHM及E95顯示原始

10 數值(代表一經測得寬度之離開一光電二極體陣列的信號)及去旋繞數值(經處理以自信號移除諸如標準具等度量儀器的貢獻), 如此技藝中已知的一BCD拉張/壓縮力施加部件上依序所顯示。

可從第1A及1B圖看出, FWHM及E95頻寬兩者係隨著

15 BCD受到調節而在相同方向且以大約相同方式改變, 故使一者對另一者的比值保持相對較為固定而若改變一者則以大約相同方式將另一者改變至大致相同的程度。根據本發明的一實施例之態樣, 申請人提議利用不同的波前形狀, 譬如藉由添加賦予光柵的另一波前曲率(此外, 譬如一圓柱

20 曲率)以產生不同的FWHM及E95變異。

一用以賦予不同波前形狀及因此不同的FWHM及E95之方法係在光柵上於其中心“拉取”或“推押”。此作用賦予一垂鏈狀波前曲率, 申請人已經模擬產生與目前已使用的BCD不同之FWHM及E95衝擊。過去已知將光柵拉取成為如

垂鏈形等某物，如同讓渡予本申請案的共同受讓人之1992年3月10日發證予散茲充(Sandstrom)名稱為“頻譜窄化技術”之美國專利案5,095,492號所討論，該案的揭示以引用方式併入本文中。此形式的頻寬控制部件顯示於該專利案的第2圖中。對於所描述的經彎折光柵形狀之經標準化等式係為 $y(x)=3/2(x/L)^2-1/2(x/L)^3$ ，其中 x 為相距中心的距離， $2L$ 為光柵的長度， y 為表面的經標準化偏差(位於端點處 $y=1$ ，而位於中心處 $y=0$)。然而，這未形成一真正的垂鏈，其身為一 $\cosh(x)$ 函數。然而，除非另外清楚地指明，本申請案所使用的垂鏈係具有充分寬廣意義而涵蓋了利用一頻寬控制部件所生成以如本申請案所描述對於光柵賦予垂鏈狀曲率類垂鏈函數及真正的垂鏈 $\cosh(x)$ 函數兩者。

如第2圖部分地示意地顯示，一光柵22可被包含在一譜線窄化模組10中，且譬如在一頻寬感測器12及一伺服馬達14的控制之下譬如於光柵22縱軸線中藉由改變光柵22形狀來主動地控制其頻寬修改以顧及入射在光柵22的散佈性表面24上之雷射光脈衝束的波前。光柵總成亦可包括一球安裝座25，其可為排列成三角形的三者或概括位於光柵22伸長長方形體部角落處的四者之其中一者以使光柵22與一基板26形成介面。光柵22可在與散佈性表面24相對處將一附接板30附接至其後表面，而附接板30可由一對彈簧28附接至一力板34。附接板可由一可與施力板30一體地螺入一套筒38內的施力螺絲32予以拉上(或推上)以修改光柵22之散佈性表面24的曲率。螺紋式螺絲32可被馬達14主動地旋轉

以主動地修改光柵22之散佈性表面24的形狀。

申請人提議合併此形式的頻寬控制部件與此技藝已知之另一形式的頻寬控制部件，如同如第3圖所示有關2001年4月3日發證予艾瑞(Erie)等人名稱為“具有自動束品質控制之智慧型雷射”美國專利案6,212,217號之上文參照。此型頻寬控制部件66的一版本目前係使用在申請人的受讓人所銷售之譬如7XXX及XLA-XXX系列雷射系統等雷射系統中。此型頻寬控制部件66可譬如包括具有其散佈性表面24之光柵22，其可譬如藉由膠接附接至一端板40。端板40則可各譬如藉由螺絲43附接至一力板42。光柵22及其散佈性面24可譬如經由一特殊設計的施力單元36施加拉力或壓縮力至施力板42而被彎曲成一圓柱狀凹或凸形，該施力單元36係經設計可以受控制方式將彈簧拉力或壓縮可變地施加至端力板43而不破壞光柵22。施力單元可包含一經由一止推軸承46附接至一活塞48之壓縮彈簧44。壓縮彈簧44的端點係被墊圈53固持在一軛50內，亦即軛50的一切出部51內，其中活塞係螺紋式附接至一力設定桿54。力桿係經由線性軸承52穿過軛50的切出部51之各別端點。力桿54在一端點處於軛50的一第二切出部55中具有一行程限制活塞56而在另一端點由一鎖固螺帽59及一插座螺帽60附接至一施力板42。軛50的另一端係由一在一徑向軸承68中穿過軛上的一突件之樞軸銷69附接至另一施力板42。圖中亦顯示，一供光柵用之基板58可由一具有低(大體為零)熱膨脹係數且在該方面類似於光柵本身之適當材料(諸如恒範鋼)所製成。光

柵譬如可由很低熱膨脹係數材料(譬如康寧(Corning)製造的ULE)所製造。一般而言，必須小心地譬如藉由選擇諸如ULE等材料及利用諸如撓屈式安裝座等物及類似技術來盡量降低熱及機械應力在光柵上所造成之不良效應。

5 操作中，根據本發明的一實施例之態樣，光柵22可同時地以兩不同方式改變曲率，譬如利用第3圖所示範類型的一頻寬控制部件，以譬如當力設定桿54譬如將活塞48移離一中心點時，譬如依圓柱形方式來彎折光柵22散佈性表面24，故右手彈簧44如第3圖所示將軛50拉至如第3圖的左方
10 而左手彈簧44將軛拉至如第3圖的左方以將端板43及附接的板40推離彼此，將所產生的凹圓柱形曲率賦予光柵22散佈性表面24，反之對於軸54在相對方向中的旋轉亦然如此以降低散佈性表面24的凹圓柱形曲率且終將對於散佈性表面24賦予凸曲率。

15 在此同時，可譬如藉由附接一第二軛(未圖示)以取代第2圖所示的附接板30來將第二形式的曲率(譬如上述的一垂鏈狀曲率)賦予至光柵22散佈性表面24，對於第3圖所示範的軛50呈現正交。可譬如藉由一附接至光柵22的側邊23之U形軛(未圖示)來賦予第2圖所示的力以及所產生的垂鏈狀曲
20 率，藉以達成此作用。

第4圖顯示賦予散佈性表面24之所產生的合併曲率，譬如一垂鏈曲率100及一圓柱曲率101合併成一1.3*圓柱-垂鏈曲線102。利用此方式，可藉由賦予光柵22的散佈性表面24之不同分離類型的曲率來分開地修改譬如FWHM及E95等

兩個分離的頻寬指示。根據本發明的一實施例之態樣，曲率可具有相反的代號，在此例中淨形狀係取決於兩曲線：圓柱vs.垂鏈狀之差異。淨波前係在如第4圖所示的端點處滾開(roll off)。

5 根據本發明的一實施例之態樣，可藉由協調地施加兩正交的BCD作用來撥調(dial in)淨波前的平坦度及量值。來自第3圖之圖示的頻寬控制部件之“正常”圓柱形BCD作用係保持完好以矯正系統曲率。

10 根據本發明的一實施例之另一態樣，可譬如藉由在第3圖所示之軛50及光柵22的縱向及側向跨距的大體中心、及在如第3圖所示與BCD正交之光柵22上推押及拉取之光柵22的背部之間添加一正交彈簧機構(未圖示)來將垂鏈狀第二曲率模式賦予至光柵22散佈性表面上。此實施例中，桿54的勁度(stiffness)可能需被增強以承擔正交負載。

15 根據本發明的一實施例之另一態樣，除了利用第3圖所示的標準BCD總成之外用以影響光柵22散佈性表面24與雷射光脈衝束波前的交互作用之改變之第二方法譬如係可使用一頂安裝式或垂直BCD總成(未圖示)。此型BCD總成(未圖示)可譬如與此標準BCD總成相同或相似，差異在於：其
20 可相對於光柵22的散佈性表面24安裝在一不同定向，譬如位於光柵22頂部上，亦即位居如第3圖所示之一平行於光柵體部22的一側表面23而非背部之平面中。此配置及定向隨後可賦予垂直方向中之一圓柱曲率，如第3圖所示，其對應於橫越光柵22的散佈性表面24之溝槽定向的方向，而非水

平方向。可利用一光柵上之垂直方向中的一圓柱曲率來譬如在散佈方向中生成一S形波前。根據本發明的一實施例之態樣，申請人預期S形波前亦將具有不同的FWHM及E95變化而非簡單地將既有的BCD設定值設定為一給定數值(亦即設定桿54上的圈數)。

可利用上述的任一方法或其組合以一與目前所使用的標準BCD調節不同之方式來影響一雷射系統的FWHM及E95。一旦可取得此一或多個額外的致動器，可利用致動器的協調式調節來獨立地控制雷射的FWHM及E95 BW。

10 根據本發明的一實施例之態樣，提議數種用以光學性控制雷射的BW(FWHM及E95)之方法。申請人提出譬如單獨或彼此及/或與標準BCD合併地使用所有此等方法以獨立地控制FWHM及E95。這些方法包括：

1. 高頻譜線中心顫動，譬如藉以獲得具有兩重疊峰值之一迸發寬廣有效頻譜；

2. 頂安裝式BCD；

3. 中心拉取水平BCD；及

4. 可插入式圓柱形透鏡(或其他RELAX光學方法的任意者)。

20 如上述，項目2及3係為用以在光柵散佈性表面24上產生一與標準BCD所產生的圓柱曲率不同之波前曲率之方法。頂安裝式BCD係在散佈方向中產生一S形波前而中心拉取水平BCD在散佈方向中產生一垂鏈狀波前。可想見這些波前係為有用，因為如果與標準BCD合併使用時充分地不

同，其可提供FWHM及E95之獨立控制。

已經利用對於NL-700之Rick的E95監視器工作所取得之一典型頻譜並將其移位各種不同量，藉以模擬得自第四種方法(可插入式圓柱形透鏡)之對於雷射頻譜的衝擊。利用
5 此方式生成的頻譜係顯示於圖中。

0.3pm的移位本身係開始顯示於0.3pm FWHM(非經去旋繞)的此NL-7000頻譜。起初檢視時，根據本發明的一實施例之態樣，可插入式圓柱形透鏡概念對於申請人似可以與標準BCD曲線不同的方式有效地影響FWHM及E95數
10 值。第7圖顯示對於此NL-7000頻譜之經計算的FWHM及E95變化vs.頻譜移位。

隨著分離從0pm改變至0.3pm，E95/FWHM的比值係改變了幾乎為二的因數。一類似的雷射組態中，在此例中，由於BCD數值涵蓋一最高約達9圈的寬廣範圍(根據申請人的受讓人之雷射系統中目前使用的BCD，其約處於頻寬控制的
15 最佳量)，E95/FWHM的比值仍保持相對較穩定。如第1A及1B圖及第8圖所示，超過9圈時，比值開始顯著地改變。在相對較固定的比值的區域中，根據本發明的一實施例之態樣，申請人提議利用BCD調整至所需要的譬如E95
20 數值且隨後以可插入式圓柱形透鏡來調節所需要的譬如FWHM。根據本發明的一實施例之態樣，可利用疊代來擊中各者的一確切數值，或利用一與譬如供定位vs.指向用的束輸送單元(“BDUs”)鏡面所採用者類似之正交化演算法。

現在參照第6圖，顯示根據本發明的一實施例之一態樣

的一譜線窄化模組10，其可在一譜線窄化模組殼體62內含有一稜鏡總成64，及一光柵總成66。殼體62可具有一前板70，LNM 10係經由該前板而通過一振動隔離伸縮節72與雷射室(未圖示)形成介面。稜鏡總成64可譬如包含一60X放大
5 稜鏡束擴張器，其譬如包括一第一稜鏡82、一第二稜鏡84、一第三稜鏡86及一第四稜鏡88，譬如各有一較大的放大因數，且總計譬如為60X。此60X放大束擴張器64可具有照射一超長光柵90之作用，該光柵90可譬如包含一第一光柵部92及一第二光柵部94，其就長度、溝槽數、及因此包括溝
10 槽間距、溝槽角度及溝槽的閃耀斜角等而言係大致相同，或者可包含單一件的長形光柵90。

光柵90可具有單一單調性構造且如上文所述般地扭曲，或者分離的部分92、94(若適用)係可被分離地扭曲藉以提供與如上述以單件被扭曲之單一單調性光柵90相同的效
15 果。

此外，根據本發明的一實施例之態樣，LNM 10可添加有一可變折射性光學元件96，如上文所參照的共同審查中專利申請案10/956,784所說明。當兩峰值之間的分離距離設定為一小數值(譬如小於單一頻譜的寬度)時，根據本發明的一
20 實施例之態樣，可另行使用用以產生RELAX分割頻譜之可插入式圓柱形透鏡96概念來影響雷射頻譜之FWHM及E95數值的一變化，故使雙峰值重疊。根據本發明的一實施例之另一態樣，可插入式圓柱形透鏡96可與標準BCD合併使用以獨立地調節FWHM及E95頻寬數值。第7圖顯示對於

FWHM及E95 vs.圓柱形透鏡96所造成的峰值移位及重疊峰值(譬如第9圖所示)之一經計算效果。第7圖亦顯示FWHM及E95的經計算比值。

第8圖中顯示對於E95/FWHM比值及絕對值vs. BCD設定之一類似曲線。第7及8圖的資料係從不同雷射類型所取得且因此頻寬數值為不同，然而，該資料係顯示上述變化的傾向以影響不同形式的頻寬派別，譬如FWHM及E95。

申請人已經考慮LNM內的特定問題，譬如有關於利用一較大光柵以及譬如將目前使用於一大光柵上的BCD設計予以升級。根據本發明的一實施例之態樣，申請人提議使用兩個平行的BCD。部分問題係為：a)增加組件上的負荷及b)BCD定心至光柵胚料之精確度。利用兩個平行的BCD係a)降低個別組件上的力量，但更重要的是b)可允許移除(或加入)光柵中的扭曲以細微地調整頻寬。現在參照用以顯示本發明的一實施例之第5圖，其中兩個頻寬控制部件施力單元36及36'可沿著光柵22的縱軸線平行地但垂直隔開地施加至光柵，該維度在圖中係顯示為來自光柵的縱向中軸線。利用此方式，可使拉伸及壓縮力的組合施加至光柵以將光柵散佈性面23扭曲成各種不同形狀，譬如S曲線及類似物。第6A-D圖顯示相距光柵的散佈性面24上之一扁平狀態之位移量值的不同區域，其中該等區域對於第6A圖如下：
1.14e⁻⁵—9.286e⁻⁶區域110，9.286 e⁻⁶—7.429 e⁻⁶區域112，
7.429 e⁻⁶—5.571 e⁻⁶區域114，5.571 e⁻⁶—3.714 e⁻⁶區域116，
3.714 e⁻⁶—1.857 e⁻⁶區域118，1.857 e⁻⁶—0.00 e⁻⁶區域120，

其如圖所示延伸橫越或部分地橫越光柵22的側23；對於第6B圖： $-7.546 e^{-6}$ — $-1.200 e^{-6}$ 區域128， $-1.200 e^{-6}$ — $-1.100 e^{-6}$ 區域130， $-1.000 e^{-6}$ — $-8.000 e^{-7}$ 區域132， $-8.000 e^{-7}$ — $-6.000 e^{-7}$ 區域134， $-6.000 e^{-7}$ — $-4.000 e^{-7}$ 區域136， $-4.000 e^{-7}$ — $-2.000 e^{-7}$ 區域138， $-2.000 e^{-7}$ — $-2.842 e^{-14}$ 區域140， $-2.842 e^{-14}$ — $-2.000 e^{-7}$ 區域142；對於第6C圖： $1.100 e^{-5}$ — $3.043 e^{-6}$ 區域150， $3.043 e^{-6}$ — $7.086 e^{-6}$ 區域152， $7.086 e^{-6}$ — $5.129 e^{-6}$ 區域154， $5.129 e^{-6}$ — $3.171 e^{-6}$ 區域156， $3.171 e^{-6}$ — $1.214 e^{-6}$ 區域158， $1.214 e^{-6}$ — $-7.429 e^{-7}$ 區域160；而對於第6D圖： $3.143 e^{-6}$ — $2.286 e^{-6}$ 區域170， $2.286 e^{-6}$ — $1.429 e^{-6}$ 區域172， $1.429 e^{-6}$ — $5.714 e^{-7}$ 區域174， $5.714 e^{-7}$ — $-2.057 e^{-7}$ 區域176， $-2.057 e^{-7}$ — $-1.143 e^{-6}$ 區域178， $-1.143 e^{-6}$ — $-2.000 e^{-6}$ 區域180， $-2.000 e^{-6}$ — $-5.034 e^{-6}$ 區域182。

利用譬如60x60x360 mm等較大光柵22可允許具有空間以供兩平行BCD機構36、36'譬如放置在遠離光柵22的散佈性面24之光柵22的側上。BCD 36、36'隨後可在光柵22上生成一力矩將其彎折。藉由改變兩平行BCD之間的相對力量，可在平行於光柵22散佈性面24之平面中生成一力矩，引發對於光柵22的一光學扭轉，或矯正相同光柵22中的一固有光學扭轉，不論為何種情形，依需要，具有對於從光柵22的散佈性面24返回之雷射光脈衝束的頻寬盡量降低負面效應之作用。當決定其效能時，光學扭轉可為光柵22的一項重要因素。對於較緊密的頻寬控制需求而言，扭轉的控制變得更重要。

藉由改變各BCD所施加的力量，可引發沿著垂直於光柵面的軸線之一彎折，其導致一“光學扭轉”。可利用此作用來盡量減少任何固有或引發的光柵22扭轉。下個影像係顯示當擴張中藉由頂BCD 36'施加一5牛頓力(各側)及擴張
5 中底BCD 36亦施加一類似的3牛頓力時之大光柵面的變形。四個影像係顯示X(第6D圖)、Y(第6B圖)、及Z(第6C圖)方向中的變形及總變形的量值(第6A圖)。BCD的分離距離係為50 mm。

譬如，根據本發明的一實施例之一態樣，一般而言，
10 可在相同方向中將BCD 36移動相等圈數然後譬如利用頻寬作為度量譬如在相反方向中將一者相對於另一者細微地調整。

根據本發明的一實施例之一態樣，申請人提出一用以經由譜線窄化模組10中的光學元件及其中的清除氣體來被
15 動(無回饋)地降低波前扭曲之方法，而部分地補償了熱引發的光學不均勻性。LNM 10中對於波前誤差之調節且包括如此處所討論的光柵22曲率調節係具有調節經扭曲的波前形狀以盡量降低束發散範圍內的波長跨距(頻寬)之作用。光能被束傳播媒體(CaF_2 稜鏡或室窗口，或被清除氣體)之吸收係
20 可能導致折射率梯度形成而有助於此波前扭曲。 CaF_2 具有負的 dn/dT ，而在所需要的通量適合DUV光透射之其他材料(譬如非晶形式的矽，譬如熔合的矽石)係具有正梯度。熔合的矽石係具有亦約為更高10倍量值之梯度。申請人提議利用一光學組態，其中 CaF_2 部分係潛在地受到來自消散光學

功率的熱負荷所影響而在這些部分附近將一薄的熔合矽石束徑插入光學板添加至束徑以降低殘留效應，譬如一穿過主光學元件之波前上的熱效應。結果，降低了譜線窄化模組10的經雷射光學頻譜譜線窄化輸出之起伏及扭曲。

- 5 為了盡量減少夫瑞司諾損失(Fresnel losses)，額外束徑插入光學板的表面係可塗覆有一防反射塗層。束插入光學部件的厚度可對於各應用受到調節且可由實驗決定且應近似鄰近主光學元件的厚度之1/10且其扭曲預定受到矯正，譬如一CaF₂稜鏡，其看見各者的最高通量乘以容積吸收係數比值。

現在參照第10圖，其顯示根據本發明的一實施例之態樣的一雷射系統200之平面部分示意圖，其可包含用以形成一共振腔穴的一部分之一室210，在其內一雷射束212、214係在一輸出耦合器216與一譜線窄化模組220之間共振。示意地顯示且未呈現其位於譜線窄化模組220內的確切位置或比例者係為一束擴張稜鏡222、一可插入式圓柱形透鏡224及一光柵226。光柵226可具有一光柵彎折器230及一光柵彎折器232。雷射輸出光束224可穿過一束分割器240以形成一分割開的樣本242，其可連同其他度量儀器被導引至一測波計250而可在該處測量中心波長及頻寬或者可藉由測波計250產生可測量或推論之自其獲得的信號，譬如在信號線252上產生一通往一控制器270之信號。雷射輸出光脈衝束亦可穿過另一束參數偵測器260，譬如一波前偵測器、一功率計、一輪廓偵測器、或類似物，可自其送出一在信號

線262上通往控制器270之信號。控制器可譬如在信號線272上送出譬如頻寬控制信號等控制信號以控制可變折射性光學元件(譬如圓柱形透鏡224)的插入或抽出或在控制信號線274及控制信號線276上送到各別的光柵彎折元件232、

5 230。譜線窄化模組亦可具有一束徑插板280，其譬如鄰近於稜鏡222及/或一束插板282，譬如鄰近於圓柱形透鏡224，如同上文就本發明的一實施例之態樣所討論。

申請人提議另一用以更改波前形狀之方法，其譬如可施加至一經譜線窄化的雷射之一共振器內側以更改輸出光的頻譜形狀。該方法譬如能夠相較於相同用途提出的其他方法產生一不同形狀的波前變形。因此，當其譬如與另一頻譜控制方法合併使用時，可能潛在有效地譬如用以獨立地或準獨立地控制不同的頻譜度量(FWHM及E95)。根據本發明的一實施例之態樣，可採用一光學扭轉器200，其可譬如包含具有類似焦度之兩圓柱形伸縮式排列的透鏡302、

10 304，如同下文更詳細地描述，可使用相等或幾近相等、及相反正負號的焦度。根據本發明的另一實施例之態樣，另一途徑可能為只有一個此等透鏡，且可使用具有一BCD之LNM 220光柵22來生成一與第二透鏡者類似之效應—BCD

15 譬如受到調節以使LNM 220具有與透鏡相同及相反的光學焦度。譬如，如熟習該技術者所瞭解，光柵24可從室進一步後退以將透鏡202的光學表現列入考慮。

第一實施例中的透鏡202、204可放置為緊鄰彼此及雷射腔穴中的任意處，亦即輸出耦合器與譬如光柵等譜線窄

化模組波長選擇光學部件之間，且較佳根據本發明的一實施例之態樣係位於雷射室210與譜線窄化模組220之間。第二實施例中，單一可旋轉式安裝的透鏡302可放置在腔穴中，譬如LNM 220與室210之間。透鏡302可安裝在一旋轉

5 階台中以允許沿東方向亦即概括在對應於東高度與寬度之雷射束脈衝水平及垂直橫剖面的平面中作旋轉。另一透鏡304可安裝在一固定位置中，但亦可作可旋轉式安裝。中立位置中，透鏡的圓柱軸線起初為垂直。第一實施例中，透鏡的相反焦度係彼此補償而對於波前數字及頻寬之淨效應

10 為零。第二實施例中，光柵22的光柵24曲率係經選擇以使其補償透鏡的波前變形，故雷射產生了與不具任何透鏡及扁平光柵者相同之初始頻寬。為了影響波前，可旋轉式透鏡302可旋轉以使其圓柱軸線不再於一方向或另一方向中位居水平/垂直原始或歸家位置。一波前變形及頻譜形狀改

15 變係導因於將幾近純扭轉導入束波前內之此種作用。一方向(一正方向)或另一負方向之旋轉係幾近對稱地改變頻寬FWHM，如第13圖所示。一可旋轉式致動器(未圖示)可經由一回饋控制系統與一波前感測器或一頻寬感測器250構成束縛以產生一閉迴路系統藉以維持一固定頻寬，或實行一

20 所需要的頻寬或波前改變。在相反方向中轉動透鏡302、304兩者係將產生一類似扭轉。

第12圖顯示一示範性波前繪圖，其中經遮蔭區310-330係代表對於具有經對稱旋轉的透鏡之望遠鏡300且位於譬如248 nm的波中之波前繪圖。該等數值僅供示範扭轉的相

對量值且實際上係依據透鏡的參數、波長等因素而定。波前繪圖大約係為束的維度，譬如在申請人的受讓人賽瑪公司(Cymer, Inc.)所銷售之7XXX系列的一雷射系統中，其中長軸線概括對準於LNM中的水平方向。波前繪圖包含

5 0.01—0.01區域310，0.01—0.05區域312，0.05—0.10區域314，0.01—0.20區域316，0.20—0.30區域317，0.30—0.35區域318，-0.30—-0.35區域320，-0.20—-0.30區域322，-0.10—-0.20區域324，-0.10—-0.05區域326及-0.05—-0.01區域328。

10 如果只有一個透鏡302、304被旋轉，但另一透鏡302、304(或依情形為經彎折光柵)停留在相對於一開孔(譬如，供束穿過進入譜線窄化模組222之開孔)的相同定向，波前變形將具有一垂直圓柱分量，其可改變束的垂直發散及輪廓而可能為不良的結果。在兩透鏡建置中可避免此效應。如果

15 如第11及14圖所示兩透鏡皆在相反方向中旋轉相同角度，則兩旋轉對於垂直圓柱之淨效應被抵銷。

熟習該技術者可從前文瞭解，揭露了一用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射200之譜線窄化裝置220及方法，其可

20 包含：一散佈性中心波長選擇光學部件，譬如一被包含在一譜線窄化模組220內之光柵22，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件22散佈性表面24上之入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接

至散佈性中心波長選擇光學部件22且可操作譬如藉由在光
柵24的縱向維度之中心部分處或附近於光柵上推押或拉取
或將拉力或壓縮施加至光柵端點使光柵22在縱軸線中彎曲
而以一第一方式來改變散佈性表面24的曲率；及一第二散
佈性光學部件彎折機構，其譬如自剛才所描述者中操作性
5 連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第二方
式來改變散佈性表面的曲率。第一方式可修改一第一頻寬
測量而第二方式可修改一第二頻寬測量以使第一測量對於
第二測量的比值顯著地改變。第一測量可為處於一選定百
10 分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而第二測量可為
其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之寬度(EX%)。一方
式可改變散佈性表面的圓柱曲率而另一方式可改變散佈性
表面的垂鏈曲率。第一及第二彎折機構的至少一者可以來
自一束參數偵測器的回饋為基礎在一迸發期間由一波前控
15 制器所控制，該束參數偵測器係偵測脈衝迸發中之至少另
一脈衝的一束參數而控制器係對於迸發中的至少另一脈衝
以一採用經偵測的束參數之演算法為基礎來提供回饋。譜
線窄化模組220係可包含一散佈性中心波長選擇光學部件
22，其被包含在一譜線窄化模組220內，對於各脈衝選擇至
20 少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈
衝束在一散佈性波長選擇光學部件22散佈性表面24上之入
射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作
性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一第
一維度中改變散佈性表面的曲率；一第二散佈性光學部件

彎折機構，其操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概括正交於第一維度的第二維度中改變散佈性表面的曲率。第一維度中的曲率變化係可修改一第一頻寬測量而第二維度中的曲率變化可修改一第二頻寬測量

5 以使第一測量對於第二測量的比值顯著地改變。第一維度中的曲率變化係可改變第一維度中的圓柱曲率，而第二維度中的曲率變化係可改變第二維度中的圓柱曲率，或第一維度中的垂鏈曲率及第二維度中的垂鏈曲率，或第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率的一者及第二維度中的圓柱及垂

10 鏈曲率之另一者。用於產生輸出雷射光脈衝束脈衝之窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射200係可包含一束徑插件譬如280或282，其包含一具有第二折射率及與第一折射率熱梯度相反的第二折射率熱梯度且放置在束徑中且受到與一鄰近光學元件大致相同的環室環境之第二材料。束

15 徑插件譬如280、282係可包含一薄板。第一材料可包含 MgF_2 而第二材料可包含一諸如經熔合矽石等非晶形式的矽。光學元件可選自包括下列各物的群組：稜鏡、窗口及散佈性光學元件。束徑插件可具有一入射表面及一透射表面，入射表面及透射表面的至少一者塗覆有一防反射塗層以盡量

20 降低經過束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。可以最高通量穿過之鄰近光學元件的厚度以及第一材料與第二材料的容積吸收係數的比值作為基礎來選擇束徑插件譬如280、282之厚度。譜線窄化模組220係可包含：一散佈性中心波長選擇光學部件22，其被包含在一譜線窄化模組220

內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構譬如36，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一第一維度中改變散佈性表面的曲率；一第二散佈性光學部件彎折機構36，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概括平行於第一維度之第二維度中改變散佈性表面的曲率。用於以脈衝迸發產生一窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射輸出雷射光脈衝束脈衝之雷射系統200係可包含一共振雷射腔穴220、210；一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，在雷射腔穴內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一位於雷射腔穴中之光束扭轉元件，其光學性扭轉雷射光脈衝束以將一經扭轉波前提出至散佈性中心波長選擇光學部件。光學束扭轉元件可包含呈伸縮配置之一第一圓柱形透鏡及一第二圓柱形透鏡。第一及第二圓柱形透鏡的至少一者係可沿第一及第二圓柱形透鏡的至少一者之一橫向中軸線而旋轉。第一圓柱形透鏡係可沿第一圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉，且第二圓柱形透鏡可沿第二圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉。用於一以脈衝迸發產生輸出雷射光脈衝束脈衝之窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組係可包含一散佈性中心

波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一散佈性光學部件彎折機構，

5 其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以改變散佈性表面的曲率；一光學頻寬選擇元件，其可操作以藉由生成一定心於一第一中心波長上的第一頻譜及一定心於一與第一中心波長分離一夠小足以使第一及第二頻譜大致地重疊的選定位移之第二中心波長上的第二頻譜來

10 修改雷射光脈衝束的有效頻譜。光學頻寬選擇元件可包含一顫動式調整鏡面，其對於一迸發中的部分脈衝選擇第一中心波長且對於迸發中的其他脈衝選擇第二中心波長以對於含有兩選定重疊中心波長頻譜的迸發提供一有效的經整合頻譜，或一可變折射性光學元件，其界定雷射光脈衝束

15 的一第一部在散佈性中心波長選擇光學部件上之一第一入射角及雷射光脈衝束之一與第一部呈空間性分離的第二部在散佈性波長選擇光學部件上之一第二入射角。可變折射性光學元件係可包含一具有一縱圓柱中軸線之圓柱形透鏡，該縱圓柱中軸線概括平行於雷射光脈衝束之一橫剖面

20 的一中軸線，且可被可變地插入於雷射光脈衝束的第一部之路徑內。彎折機構主要係修改一第一頻寬測量，而光學頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。第一測量可為EX%而第二測量可為FWX%M。

熟習該技術者瞭解可以許多方式修改本發明而不改變

申請專利範圍的範疇且本申請案揭露了本發明較佳實施例的態樣而不單限於此等較佳實施例。譬如，雖然已經揭露利用複數個波前修改器來修改FWHM及E95頻寬測量兩者，相同技術亦可有效用來只將FWHM或只將E95修改/控制成有利的結果，亦即頻寬控制的改良，亦即選定範圍及/或脈衝至脈衝的穩定度之維持。也就是說，雖然譬如賦予不同的曲率及/或不同軸線上的曲率可具有上述之有利結果，相同技術亦可令目前可取得的途徑以上及以下之一頻寬測量(譬如FYX%M或EX%)的更好控制適應於本申請案中

5 中所描述的雷射系統類型之頻寬修改/控制。尚且，雷射光學波前扭轉機構可能只有一透鏡且仍有利於譬如獨立地控制FWH%M及EX%等上述用途及單獨一或另一頻寬測量之較好的修改/控制以作為對於此技藝已知的既有技術之改良。

10

15 【圖式簡單說明】

第1A及1B圖顯示隨著一頻寬控制部件受到調節時之FWHM及E95頻寬改變的圖形；

第2圖部分地示意性顯示如上文所參照的美國專利案5,095,492號所討論之一先前技藝主動頻寬控制部件；

20 第3圖顯示如美國專利案6,212,217號所討論之一先前技藝頻寬控制部件；

第4圖為顯示根據本發明的一實施例之態樣之在不同模式中用於彎折光柵之頻寬控制部件的效果之圖形；

第5圖示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一

用於同時將多重扭曲傳遞予光柵之裝置；

第6圖部分地示意顯示根據本發明的一實施例之態樣之一譜線窄化模組；

第6A-6D圖顯示藉由根據本發明的一實施例之態樣之
5 裝置將一示範性力對施加至光柵之扭曲性衝擊；

第7圖為根據本發明的一實施例之態樣以不同方式測量之頻寬變化的圖表；

第8圖為類似於第1A及1B圖者之圖表；

第9圖為模擬的波長峰值分離及導致對於第7圖所示的
10 E95及FWHM之衝擊的圖表；

第10圖示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一雷射系統；

第11圖部分示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一光束扭轉元件；

第12圖顯示第11圖的光束扭轉元件所生成之一經扭轉
15 束輪廓的一範例；

第13圖顯示束扭轉對於一頻寬測量上之效應的一範例；

第14圖顯示根據本發明的一實施例之態樣相對於彼此
20 旋轉之兩透鏡的定向。

【主要元件符號說明】

10…譜線窄化模組	44…壓縮彈簧
12…頻寬感測器	46…止推軸承
14…伺服馬達	48…活塞
22,226…光柵	50…軛
23…光柵的側邊,光柵體部的 側表面	51…切出部
24…光柵的散佈性面	52…線性軸承
25…球安裝座	53…墊圈
26,58…基板	54…力設定桿
28…彈簧	55…第二切出部
30…附接板,施力板	56…行程限制活塞
32…施力螺絲,螺紋式螺絲	59…鎖固螺帽
34…力板	60…插座螺帽
36…BCD(頻寬控制部件)機構, 頻寬控制部件施力單元,第一 散佈性光學部件彎折機構,第 二散佈性光學部件彎折機構	62…譜線窄化模組殼體
36'…BCD(頻寬控制部件)機構, 頻寬控制部件施力單元	64…稜鏡總成
38…套筒	66…頻寬控制部件,光柵總成
40…端板	68…徑向軸承
42…力板,施力板	69…樞軸銷
43…端力板,端板,螺絲	70…前板
	72…振動隔離伸縮節
	82…第一稜鏡
	84…第二稜鏡
	86…第三稜鏡
	88…第四稜鏡

- 90...超長光柵
- 92...第一光柵部
- 94...第二光柵部
- 96...可變折射性光學元件
- 100...垂鏈曲率
- 101...圓柱曲率
- 102...1.3*圓柱-垂鏈曲線
- 110,112,114,116,118,120,128,
130,132,134,136,138,140,142,
150,152,154,156,158,160,170,
172,174,176,178,180,182,310,
312,314,316,317,318,320,322,
324,326,328...區域
- 200...窄頻帶DUV高功率高重
複率氣體放電雷射,雷射系統,
光學扭轉器
- 202,204...透鏡
- 210...雷射室,共振雷射腔穴
- 212,214...雷射束
- 216...輸出耦合器
- 220...譜線窄化模組,共振雷
射腔穴
- 222...束擴張稜鏡
- 224...可插入式圓柱形透鏡
- 230,232...光柵彎折元件,光柵
彎折器
- 240...束分割器
- 242...樣本
- 250...波前感測器或頻寬感測
器,測波計
- 252,262,272...信號線
- 260...束參數偵測器
- 270...控制器
- 274,276...控制信號線
- 280,282...束徑插件
- 300...具有經對稱旋轉的透鏡
之望遠鏡
- 302,304...圓柱形伸縮式排列
的透鏡
- 310-330...經遮蔭區

五、中文發明摘要：

揭露一用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化裝置及方法，其可包含：一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第一方式來改變散佈性表面的曲率；及，一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第二方式來改變散佈性表面的曲率。第一方式可修改一第一頻寬測量而第二方式可修改一第二頻寬測量以使第一測量對於第二測量的比值顯著地改變。第一測量可為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而第二測量可為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之寬度(EX%)。第一散佈性光學部件彎折機構可在一第一維度中改變散佈性表面的曲率，而第二者在一概括正交於第一維度之第二維度中予以改變。雷射系統可包含一束徑插件，該束徑插件係包含與鄰近光學元件具有不同折射率及折射率熱梯度之一材料。第一散佈性光學部件彎折機構可在一第一維度中改變散佈性表面的曲率，而第二者在一概括正交於第一維度之第二維度中予以改變。一位於雷射腔穴中之光徑扭轉元件係可光學性扭轉雷射光脈衝束以將一經扭轉波前提出至散佈性中心波長選擇光學部件。彎折可改變曲率及波長選擇，譬如在一迸發中可生成兩中心波長峰值以獨立地選擇FWX%M及EX%。

六、英文發明摘要：

A line narrowing apparatus and method for a narrow band DUV high power high repetition rate gas discharge laser producing output laser light pulse beam pulses in bursts of pulses is disclosed, which may comprise a dispersive center wavelength selection optic contained within a line narrowing module, selecting at least one center wavelength for each pulse determined at least in part by the angle of incidence of the laser light pulse beam containing the respective pulse on a dispersive wavelength selection optic dispersive surface; a first dispersive optic bending mechanism operatively connected to the dispersive center wavelength selection optic and operative to change the curvature of the dispersive surface in a first manner; and, a second dispersive optic bending mechanism operatively connected to the dispersive center wavelength selection optic and operative to change the curvature of the dispersive surface in a second manner. The first manner may modify a first measure of bandwidth and the second manner may modify a second measure of bandwidth such that the ratio of the first measure to the second measure substantially changes. The first measure may be a spectrum width at a selected percentage of the spectrum peak value (FWX%M) and the second measure may be width within which some selected percentage of the spectral intensity is contained (EX%). The first dispersive optic bending mechanism may change the curvature of the dispersive surface in a first dimension and the second in a second dimension generally orthogonal to the first dimension. The laser system may comprise a beam path insert comprising a material having an different index of refraction and an index of refraction thermal gradient opposite from that of a neighboring optical element. The first dispersive optic bending mechanism may change the curvature of the dispersive surface in a first dimension and the second a second dimension generally parallel to the first dimension. An optical beam twisting element in the lasing cavity may optically twist the laser light pulse beam to present a twisted wavefront to the dispersive center wavelength selection optic. Bending may change the curvature and wavelength selection, e.g., in a burst may create two center wavelength peaks to select FWX%M and EX% independently.

十、申請專利範圍：

1. 一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：
- 5 一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；
- 10 一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第一方式來改變該散佈性表面的曲率；及
- 一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一第二方式來改變該散佈性表面的曲率。
- 15 2. 如申請專利範圍第1項之模組，進一步包含：
- 該第一方式係修改一第一頻寬測量而該第二方式修改一第二頻寬測量以使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。
3. 如申請專利範圍第2項之模組，進一步包含：
- 20 該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。
4. 如申請專利範圍第1項之模組，進一步包含：
- 該第一方式係改變該散佈性表面的圓柱曲率而該

第二方式改變該散佈性表面的垂鏈曲率。

5. 如申請專利範圍第2項之模組，進一步包含：

該第一方式係改變該散佈性表面的圓柱曲率而該第二方式改變該散佈性表面的垂鏈曲率。

- 5 6. 如申請專利範圍第3項之模組，進一步包含：

該第一方式係改變該散佈性表面的圓柱曲率而該第二方式改變該散佈性表面的垂鏈曲率。

7. 如申請專利範圍第1項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

- 15 8. 如申請專利範圍第2項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

9. 如申請專利範圍第3項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制

器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

- 5 10. 如申請專利範圍第4項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

10

11. 如申請專利範圍第5項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

15

12. 如申請專利範圍第6項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基

20

礎來提供該回饋。

13. 一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：
- 5 一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝的雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；
- 10 一第一散佈性光學彎折機構，其操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一第一維度中改變該散佈性表面的曲率；
- 一第二散佈性光學彎折機構，其操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概括正交於該第一維度之第二維度中改變該散佈性表面的曲率。
- 15 14. 如申請專利範圍第13項之模組，進一步包含：
- 該第一維度中之曲率變化係修改一第一頻寬測量而該第二維度中之曲率變化係修改一第二頻寬測量以使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。
- 20 15. 如申請專利範圍第14項之模組，進一步包含：
- 該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。
16. 如申請專利範圍第13項之模組，進一步包含：
- 該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束

參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

5

17. 如申請專利範圍第14項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

10

18. 如申請專利範圍第15項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

15

20 19. 如申請專利範圍第13項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

20. 如申請專利範圍第14項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

21. 如申請專利範圍第15項之模組，進一步包含：

5 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

22. 如申請專利範圍第16項之模組，進一步包含：

10 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

23. 如申請專利範圍第17項之模組，進一步包含：

15 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

24. 如申請專利範圍第18項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱曲率。

20 25. 如申請專利範圍第13項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

26. 如申請專利範圍第14項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

27. 如申請專利範圍第15項之模組，進一步包含：

5 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

28. 如申請專利範圍第16項之模組，進一步包含：

10 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

29. 如申請專利範圍第17項之模組，進一步包含：

15 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

30. 如申請專利範圍第18項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的垂鏈曲率而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的垂鏈曲率。

20 31. 如申請專利範圍第13項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

32. 如申請專利範圍第14項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

33. 如申請專利範圍第15項之模組，進一步包含：

5 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

34. 如申請專利範圍第16項之模組，進一步包含：

10 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

35. 如申請專利範圍第17項之模組，進一步包含：

15 該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

36. 如申請專利範圍第18項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係改變該第一維度中的圓柱曲率及垂鏈曲率之一者而該第二維度中的曲率變化係改變該第二維度中的圓柱及垂鏈曲率之另一者。

20 37. 一種用於產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射，其具有一包含一標稱光徑之譜線窄化模組，該標稱光徑含有包含一具一第一折射率及一第一折射率熱梯度的第一材料之光學元件，包含：

一束徑插件，其包含一具有一第二折射率及一與該第一折射率熱梯度相反的第二折射率熱梯度且放置在該束徑中且受到與一鄰近光學元件大體相同的環室環境之第二材料。

- 5 38. 如申請專利範圍第37項之氣體放電雷射，進一步包含：
該束徑插件包含一薄板。
39. 如申請專利範圍第37項之氣體放電雷射，進一步包含：
該第一材料包含 MgF_2 而該第二材料包含一非晶形式的矽。
- 10 40. 如申請專利範圍第38項之氣體放電雷射，進一步包含：
該第一材料包含 MgF_2 而該第二材料包含一非晶形式的矽。
41. 如申請專利範圍第37項之氣體放電雷射，進一步包含：
該第二材料包含經熔合的矽石。
- 15 42. 如申請專利範圍第38項之氣體放電雷射，進一步包含：
該第二材料包含經熔合的矽石。
43. 如申請專利範圍第37項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、窗口及散佈性光學元件。
- 20 44. 如申請專利範圍第38項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、窗口及散佈性光學元件。
45. 如申請專利範圍第39項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、

窗口及散佈性光學元件。

46. 如申請專利範圍第40項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、
窗口及散佈性光學元件。
- 5 47. 如申請專利範圍第41項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、
窗口及散佈性光學元件。
48. 如申請專利範圍第42項之氣體放電雷射，進一步包含：
該等光學元件係選自包括下列各物的群組：稜鏡、
10 窗口及散佈性光學元件。
49. 如申請專利範圍第43項之氣體放電雷射，進一步包含：
該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入
射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗
層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel
15 losses)。
50. 如申請專利範圍第44項之氣體放電雷射，進一步包含：
該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入
射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗
層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel
20 losses)。
51. 如申請專利範圍第45項之氣體放電雷射，進一步包含：
該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入
射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗
層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel

losses)。

52. 如申請專利範圍第46項之氣體放電雷射，進一步包含：

5 該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。

53. 如申請專利範圍第47項之氣體放電雷射，進一步包含：

10 該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。

54. 如申請專利範圍第48項之氣體放電雷射，進一步包含：

15 該束徑插件係具有一入射表面及一透射表面，該入射表面及該透射表面的至少一者係塗覆有一防反射塗層以盡量降低經過該束徑插件之夫瑞司諾損失(Fresnel losses)。

55. 如申請專利範圍第49項之氣體放電雷射，進一步包含：

20 以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。

56. 如申請專利範圍第50項之氣體放電雷射，進一步包含：

以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。

57. 如申請專利範圍第51項之氣體放電雷射，進一步包含：
以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。
- 5 58. 如申請專利範圍第52項之氣體放電雷射，進一步包含：
以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。
- 10 59. 如申請專利範圍第53項之氣體放電雷射，進一步包含：
以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。
- 15 60. 如申請專利範圍第54項之氣體放電雷射，進一步包含：
以最高通量所穿過之鄰近光學元件的厚度以及該第一材料與該第二材料的容積吸收係數之比值作為基礎來選擇該束徑插件之厚度。
- 20 61. 一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：
一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；
一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接

至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一第一
一維度中改變該散佈性表面的曲率；

5 一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接
至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以在一概
括平行於該第一維度之第二維度中改變該散佈性表面
的曲率。

62. 如申請專利範圍第61項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係為圓柱曲率的改變而
該第二維度中的曲率變化係為圓柱曲率的改變。

10 63. 如申請專利範圍第61項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係為垂鏈曲率的改變而
該第二維度中的曲率變化係為垂鏈曲率的改變。

64. 如申請專利範圍第61項之模組，進一步包含：

15 該第一維度中的曲率變化係為該圓柱曲率及該垂
鏈曲率的一者之改變而該第二維度中的曲率變化係為
該圓柱及垂鏈曲率中的另一者之改變。

65. 如申請專利範圍第61項之模組，進一步包含：

20 該第一維度中的曲率變化係修改一第一頻寬測量
而該第二維度中的曲率變化係修改一第二頻寬測量以
使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。

66. 如申請專利範圍第62項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係修改一第一頻寬測量
而該第二維度中的曲率變化係修改一第二頻寬測量以
使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。

67. 如申請專利範圍第63項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係修改一第一頻寬測量而該第二維度中的曲率變化係修改一第二頻寬測量以使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。

5 68. 如申請專利範圍第64項之模組，進一步包含：

該第一維度中的曲率變化係修改一第一頻寬測量而該第二維度中的曲率變化係修改一第二頻寬測量以使該第一測量對於該第二測量的比值顯著地改變。

69. 如申請專利範圍第65項之模組，進一步包含：

10 該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。

70. 如申請專利範圍第66項之模組，進一步包含：

15 該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。

71. 如申請專利範圍第67項之模組，進一步包含：

20 該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。

72. 如申請專利範圍第68項之模組，進一步包含：

該第一測量係為處於一選定百分比的頻譜峰值之一頻譜寬度(FWX%M)而該第二測量係為其內含有某選定百分比的頻譜強烈度之一寬度(EX%)。

73. 如申請專利範圍第61項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
5 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

74. 如申請專利範圍第62項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
10 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

15 75. 如申請專利範圍第63項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
20 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

76. 如申請專利範圍第64項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制

器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

5 77. 如申請專利範圍第65項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

10

78. 如申請專利範圍第66項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

15

79. 如申請專利範圍第67項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基

20

礎來提供該回饋。

80. 如申請專利範圍第68項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
5 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

81. 如申請專利範圍第69項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
10 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。
15

82. 如申請專利範圍第70項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少
20 另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

83. 如申請專利範圍第71項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束

參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

5

84. 如申請專利範圍第72項之模組，進一步包含：

該第一及第二彎折機構的至少一者係以來自一束參數偵測器之回饋為基礎在一迸發期間由一波前控制器所控制，該束參數偵測器係偵測該脈衝迸發中的至少另一脈衝中之一束參數而該控制器以一採用對於該迸發中的至少另一脈衝之經偵測的束參數之演算法為基礎來提供該回饋。

10

85. 一種用於以脈衝迸發產生輸出雷射光脈衝束脈衝之窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射，包含：

15

一共振雷射腔穴；

一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，在該雷射腔穴內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；

20

一位於該雷射腔穴中之光束扭轉元件，其光學性扭轉該雷射光脈衝束以將一經扭轉波前提出至該散佈性中心波長選擇光學部件。

86. 如申請專利範圍第85項之氣體放電雷射，進一步包含：

該光學束扭轉元件係包含呈伸縮配置之一第一圓柱形透鏡及一第二圓柱形透鏡。

87. 如申請專利範圍第86項之氣體放電雷射，進一步包含：

5 該第一及第二圓柱形透鏡的至少一者係可沿該第一及第二圓柱形透鏡的至少一者之一橫向中軸線而旋轉。

88. 如申請專利範圍第86項之氣體放電雷射，進一步包含：

10 該第一圓柱形透鏡係可沿該第一圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉且該第二圓柱形透鏡可沿該第二圓柱形透鏡的一橫向中軸線而旋轉。

89. 一種用於一以脈衝迸發產生輸出雷射光脈衝束脈衝之窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：

15 一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性中心波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；

20 一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以改變該散佈性表面的曲率；

一光學頻寬選擇元件，其可操作以藉由生成一定心於一第一中心波長上的第一頻譜及一定心於一與該第一中心波長分離一夠小足以使該第一及第二頻譜大致

地重疊的選定位移之第二中心波長上的第二頻譜來修改該雷射光脈衝束的有效頻譜。

90. 如申請專利範圍第89項之模組，進一步包含：

5 該光學頻寬選擇元件係包含一顫動式調整機構，其對於一迸發中的部分脈衝選擇該第一中心波長且對於該迸發中的其他脈衝選擇該第二中心波長以對於該含有兩選定重疊中心波長頻譜的迸發提供一有效的經整合頻譜。

91. 如申請專利範圍第89項之模組，進一步包含：

10 該光學頻寬選擇元件係包含一可變折射性光學元件，其界定該雷射光脈衝束之一第一部在該散佈性中心波長選擇光學部件上之一第一入射角及該雷射光脈衝束之一與該第一部呈空間性分離的第二部在該散佈性光學部件上之一第二入射角。

15 92. 如申請專利範圍第91項之模組，進一步包含：

該可變折射性光學元件係包含一具有一縱圓柱中軸線之圓柱形透鏡，該縱圓柱中軸線概括平行於該雷射光脈衝束之一橫剖面的一中軸線，且可被可變地插入於該雷射光脈衝束的第一部之路徑內。

20 93. 如申請專利範圍第89項之模組，進一步包含：

該彎折機構主要係修改一第一頻寬測量而該光學頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。

94. 如申請專利範圍第90項之模組，進一步包含：

該彎折機構主要係修改一第一頻寬測量而該光學

頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。

95. 如申請專利範圍第91項之模組，進一步包含：

該彎折機構主要係修改一第一頻寬測量而該光學頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。

5 96. 如申請專利範圍第92項之模組，進一步包含：

該彎折機構主要係修改一第一頻寬測量而該光學頻寬選擇元件主要係修改一第二頻寬測量。

97. 如申請專利範圍第93項之模組，進一步包含：

該第一測量係為EX%而該第二測量為FWX%M。

10 98. 如申請專利範圍第94項之模組，進一步包含：

該第一測量係為EX%而該第二測量為FWX%M。

99. 如申請專利範圍第95項之模組，進一步包含：

該第一測量係為EX%而該第二測量為FWX%M。

100. 如申請專利範圍第96項之模組，進一步包含：

15 該第一測量係為EX%而該第二測量為FWX%M。

101. 一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化方法，包含：

20 使用一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；

使用一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性

連接至該散佈性中心波長選擇光學部件，而以一第一方式來改變該散佈性表面的曲率；及

使用一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件，而以一第二方式來改變該散佈性表面的曲率。

5

102.一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：

一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；

10

一第一散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以一選定方式來改變該散佈性表面的曲率；及

15

一第二散佈性光學部件彎折機構，其係操作性連接至該散佈性中心波長選擇光學部件且可操作以該選定方式來改變該散佈性表面的曲率。

20

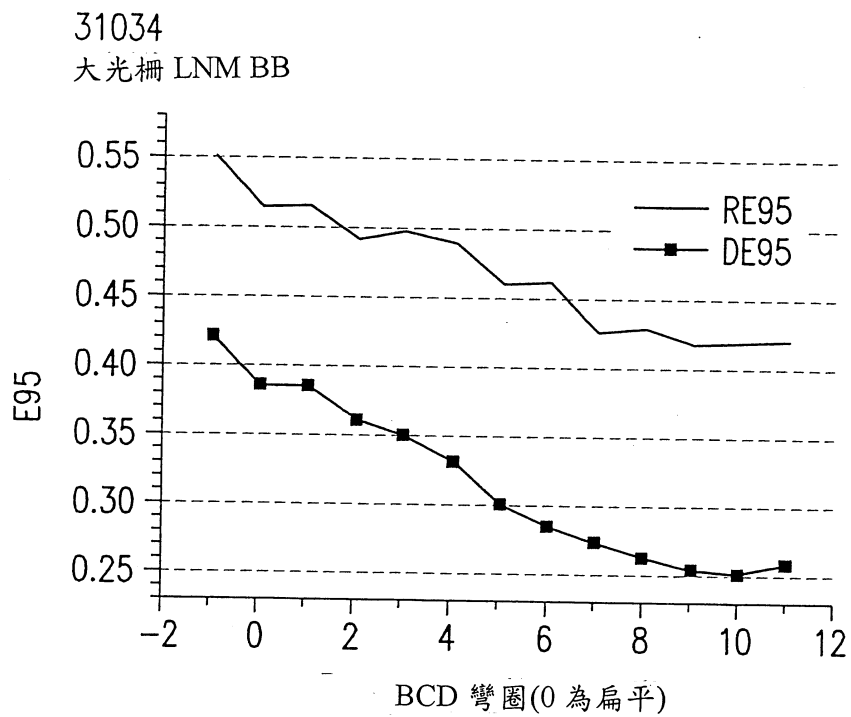
103.一種用於一以脈衝迸發來產生輸出雷射光脈衝束脈衝的窄頻帶DUV高功率高重複率氣體放電雷射之譜線窄化模組，包含：

一散佈性中心波長選擇光學部件，其被包含在一譜線窄化模組內，對於各脈衝選擇至少一中心波長，其至少部分地由該含有各別脈衝之雷射光脈衝束在一散佈

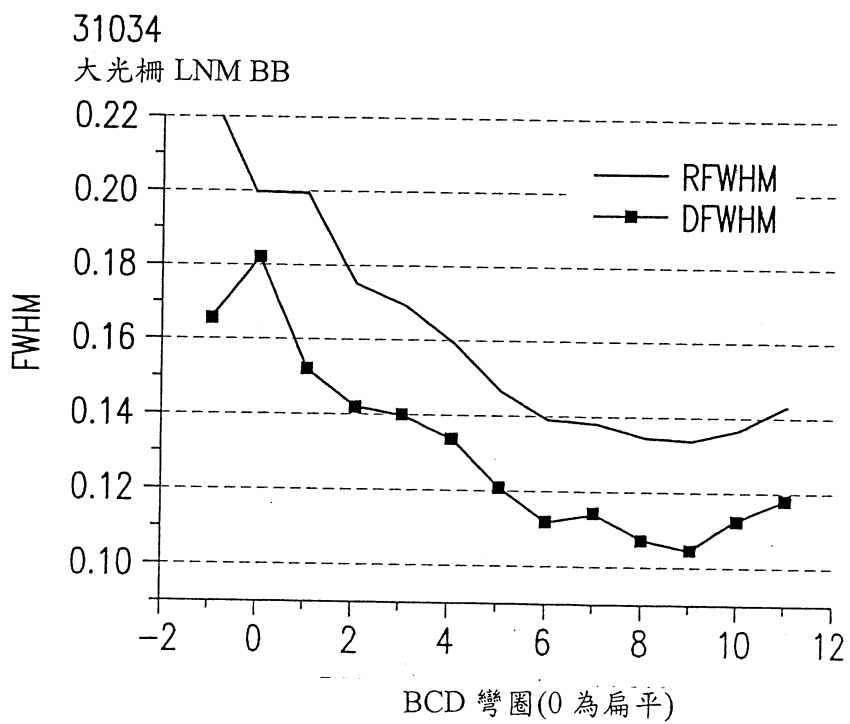
性波長選擇光學部件散佈性表面上之入射角所決定；

一第一雷射光脈衝束波前修改器，其可操作以一選
定方式來改變該雷射光脈衝束的波前；及

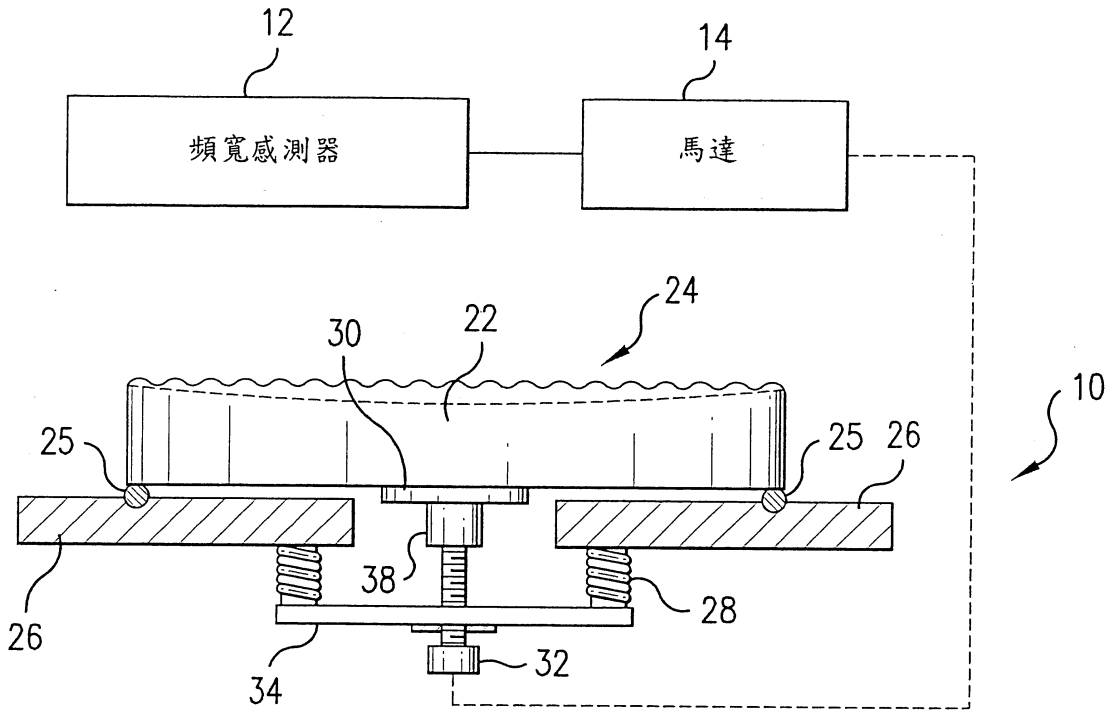
5 一第二雷射光脈衝波前修改器，其可操作以該選定
方式來改變該雷射光脈衝束的波前。



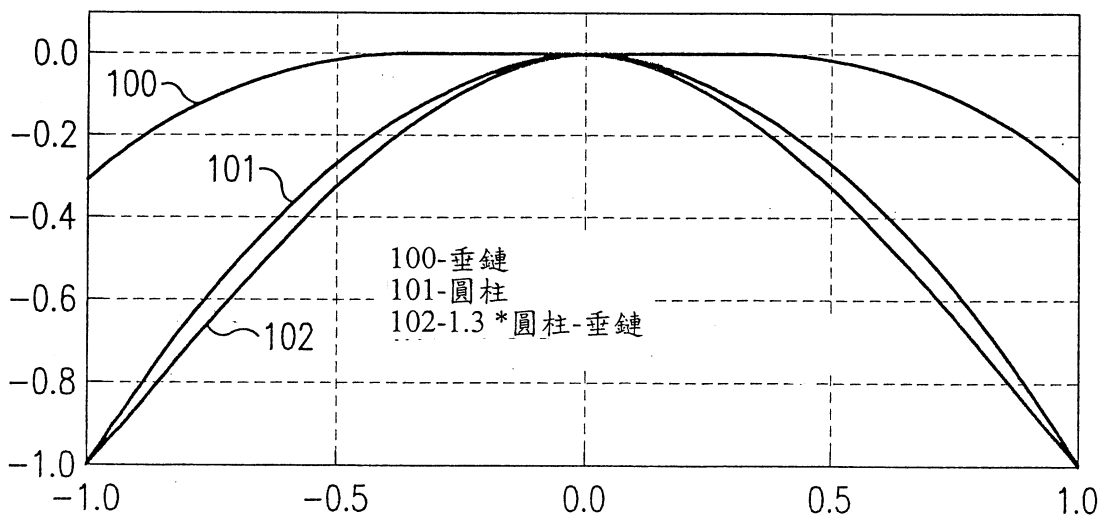
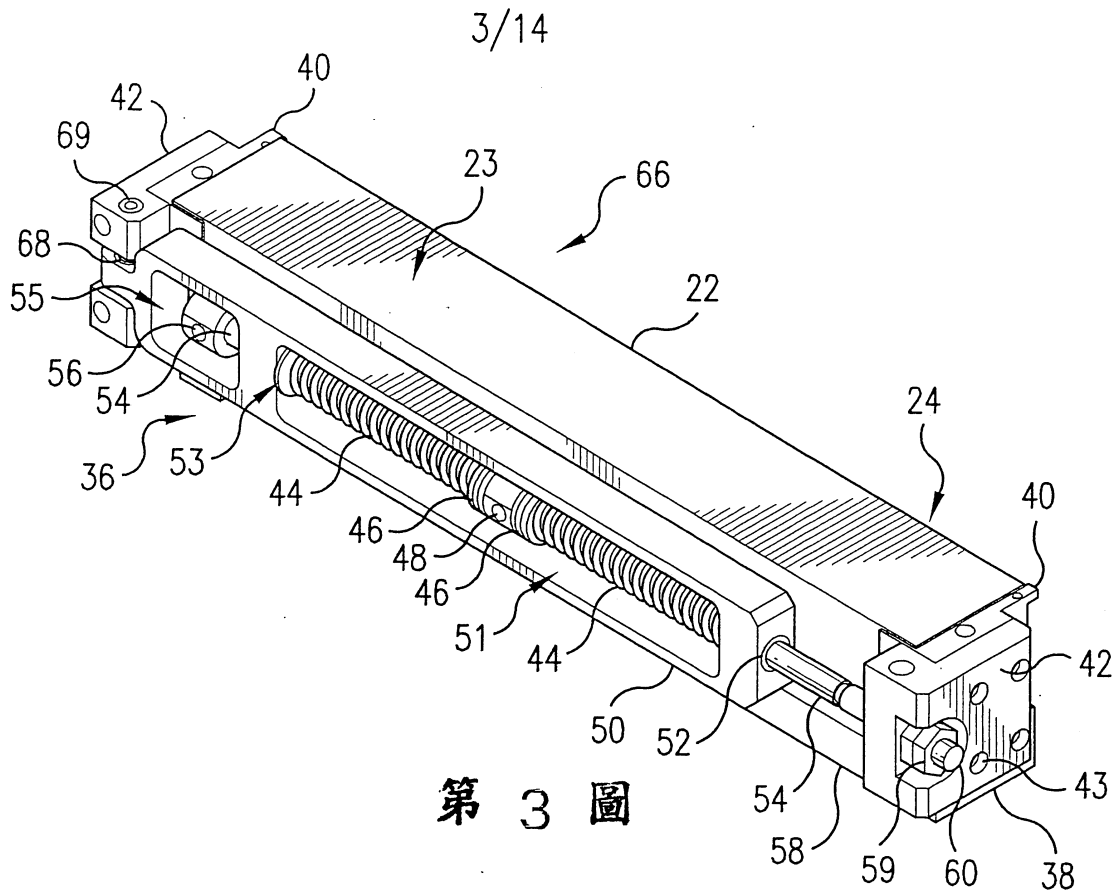
第1A圖



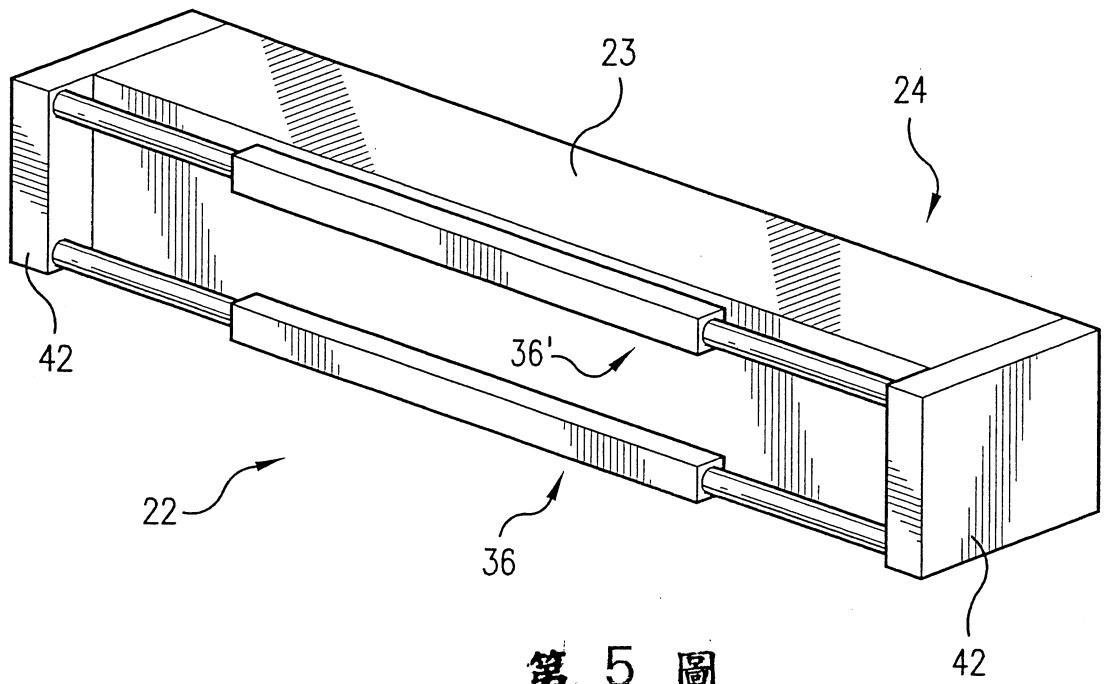
第1B圖



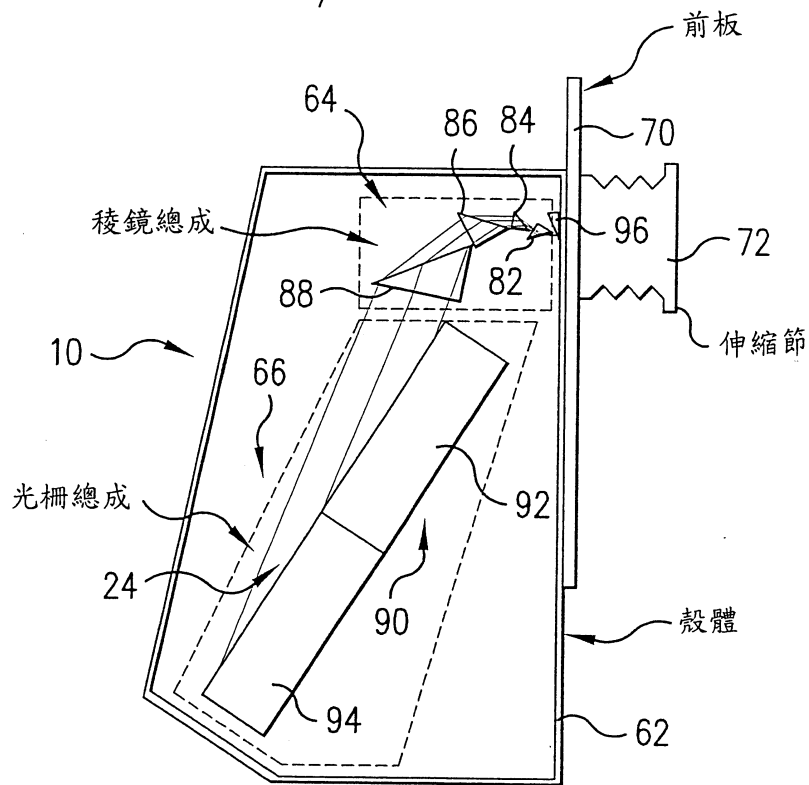
第 2 圖



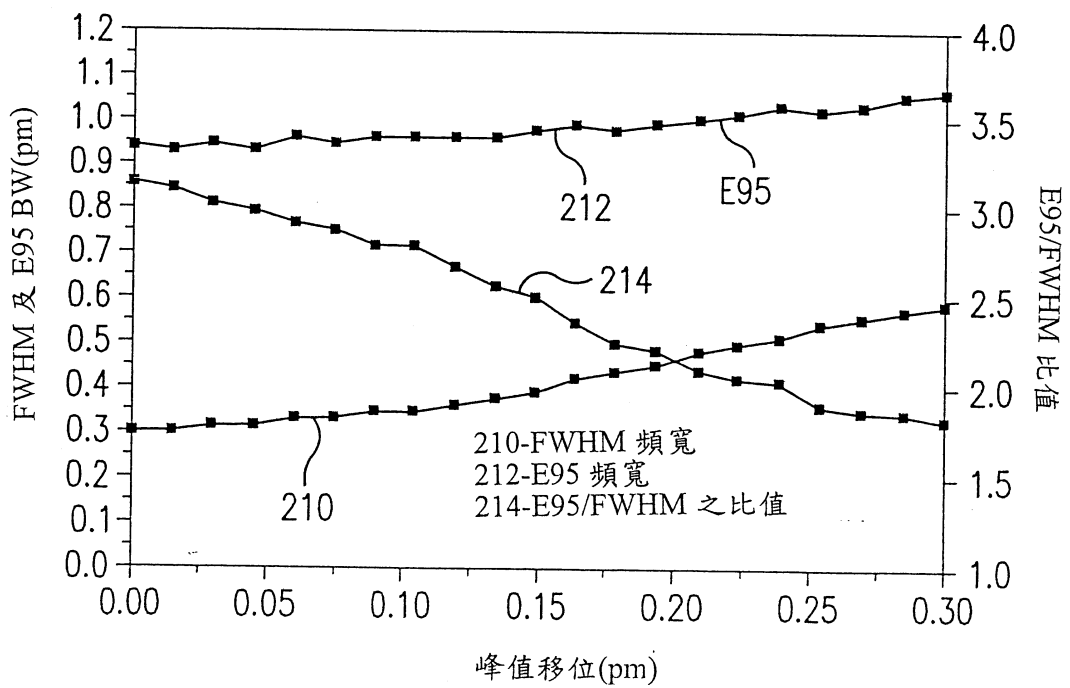
第 4 圖



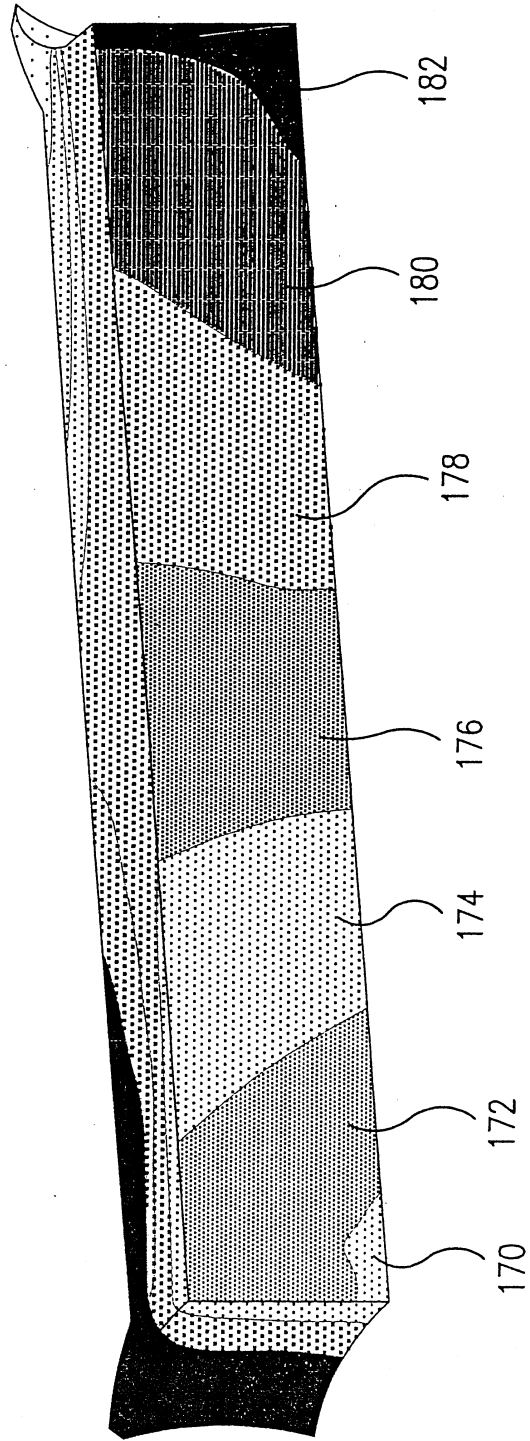
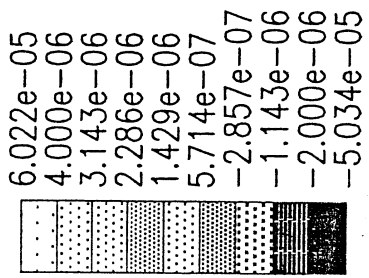
第 5 圖



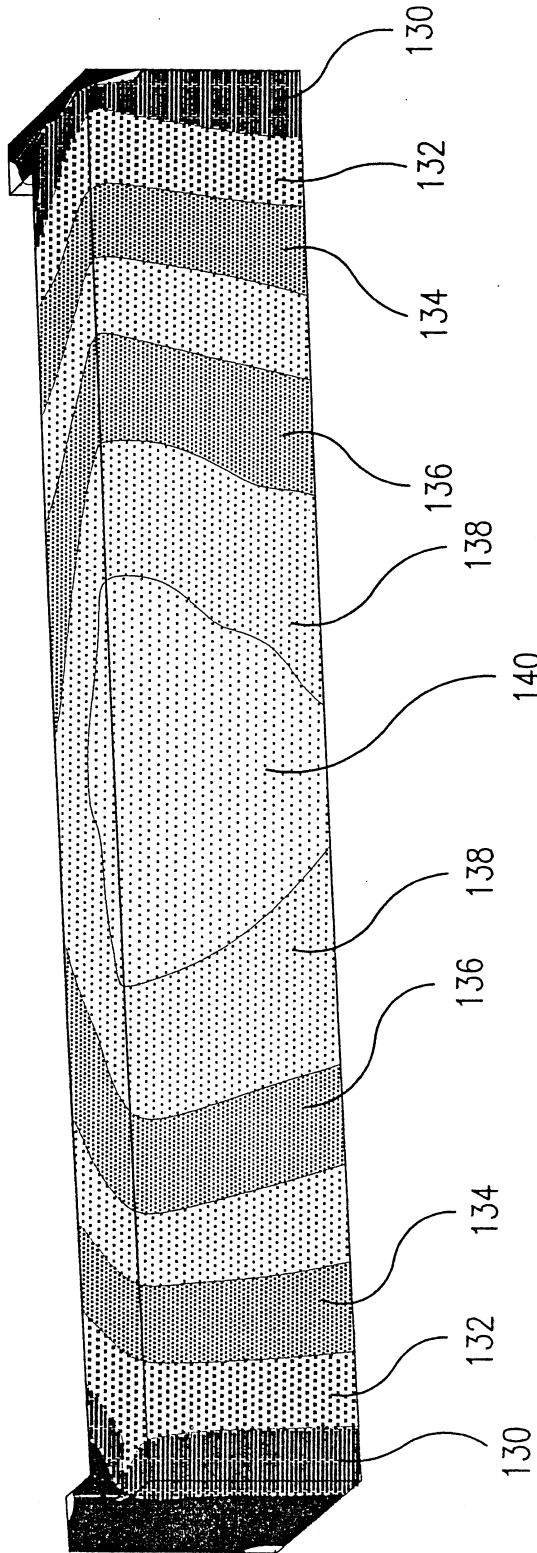
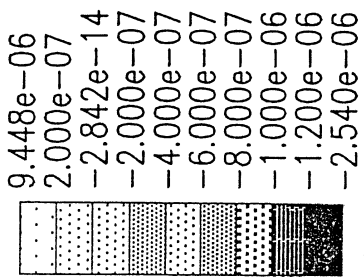
第 6 圖



第 7 圖

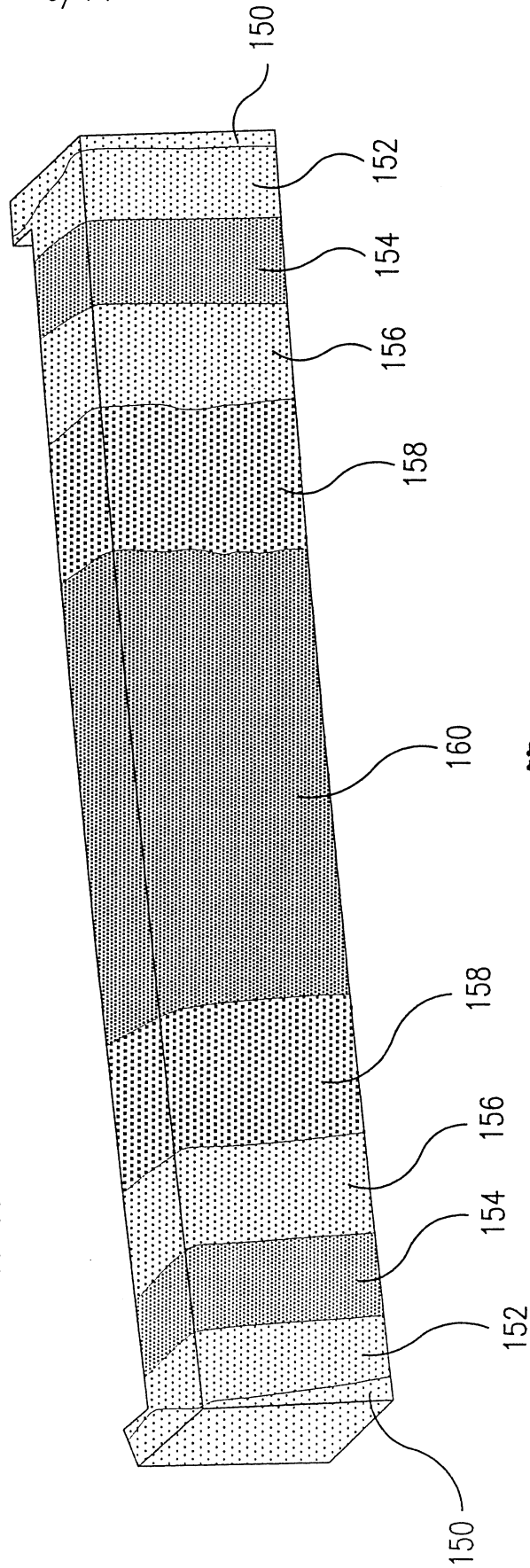


第 6A 圖

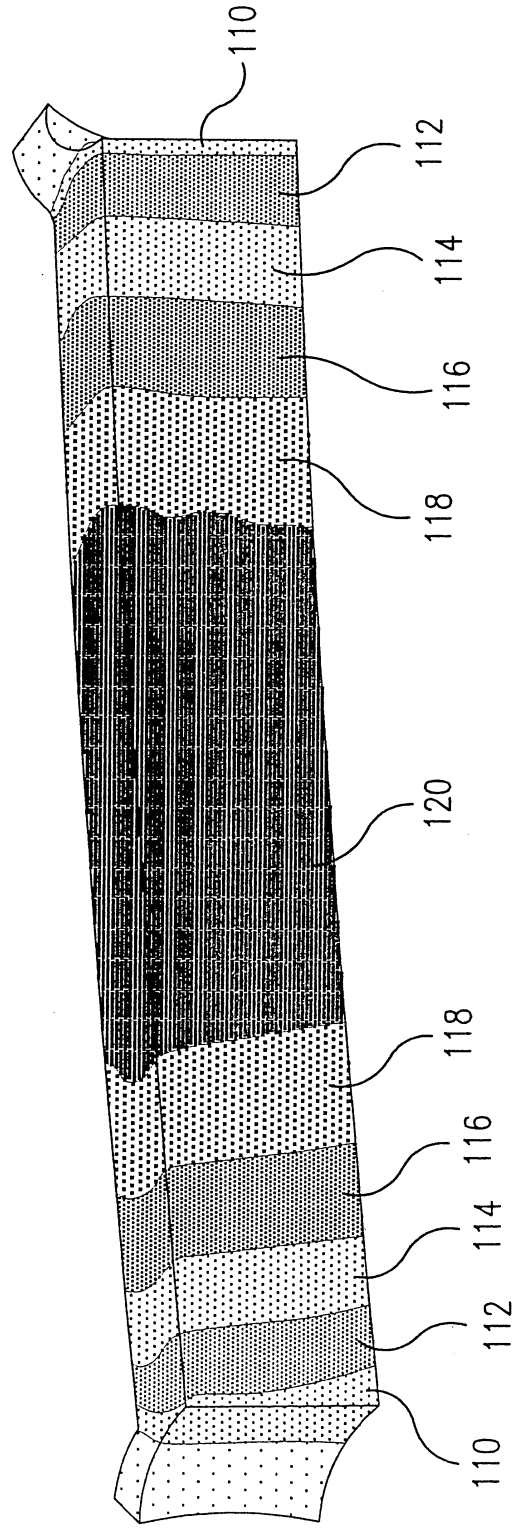
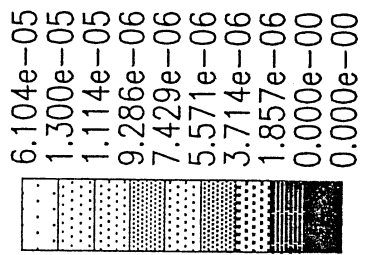


第 6B 圖

	2.467e-05
	1.100e-05
	3.043e-06
	7.086e-06
	5.129e-06
	9.171e-06
	1.214e-06
	-7.429e-07
	-2.700e-06
	-6.146e-06

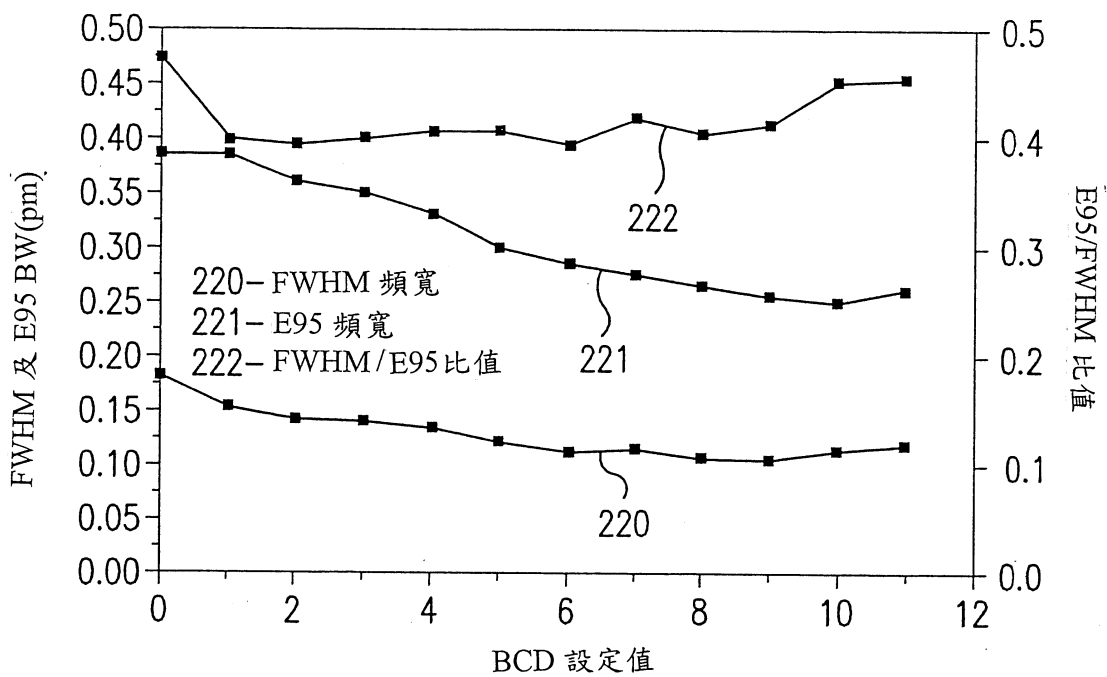


第 6C 圖

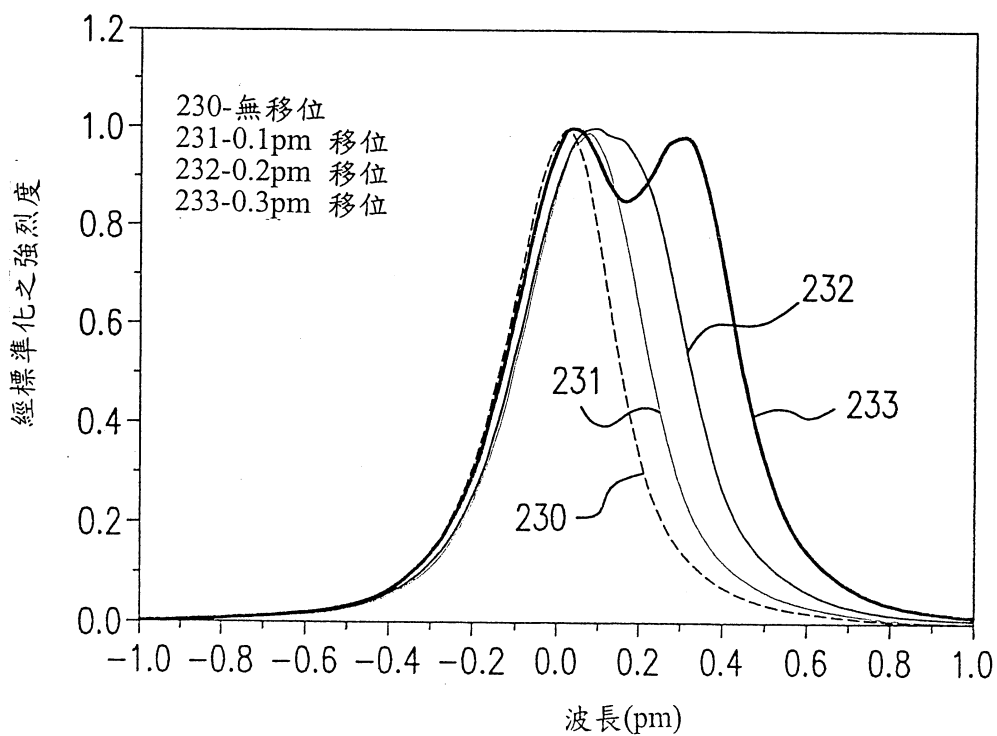


第 6D 圖

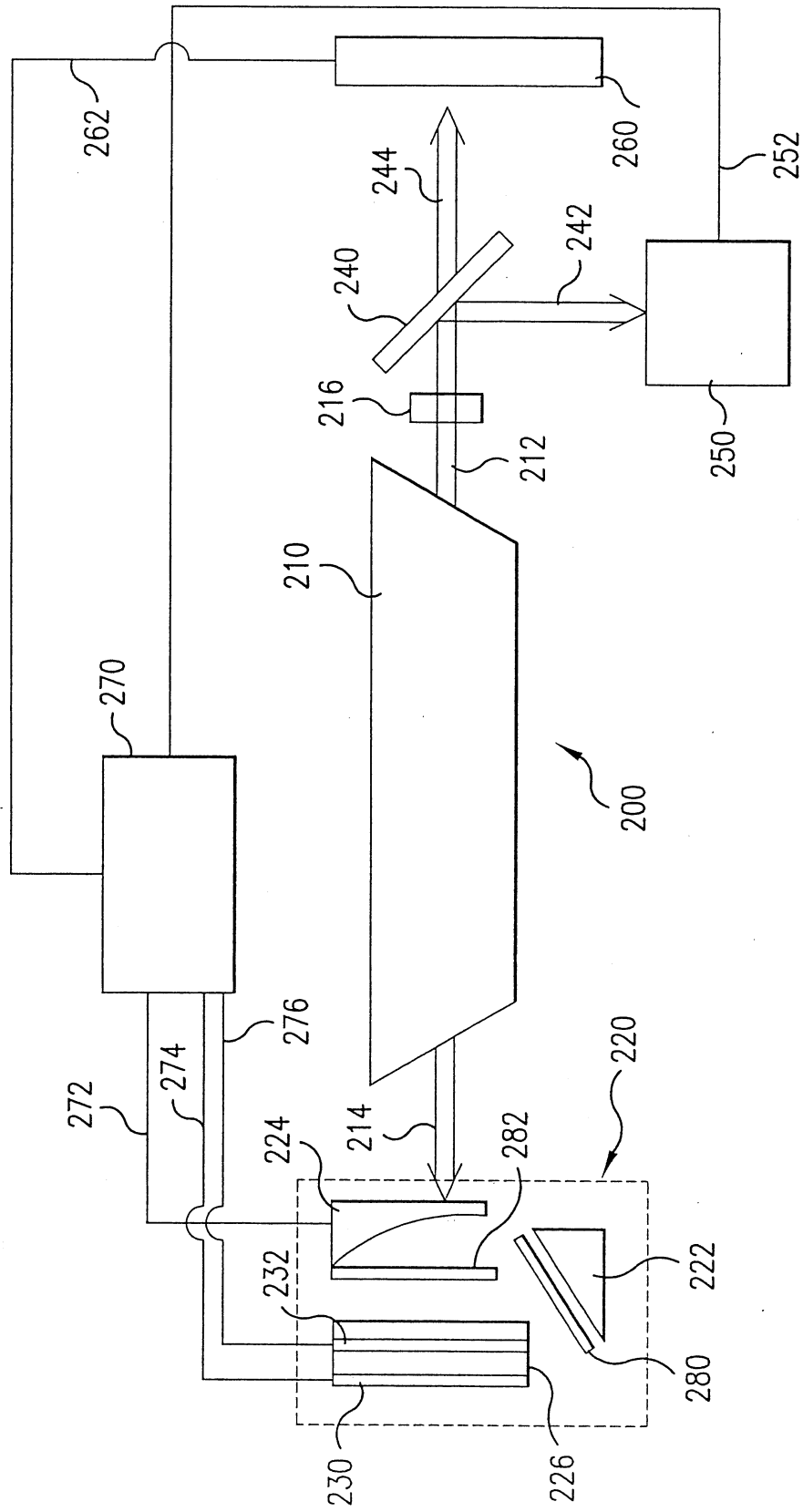
10/14



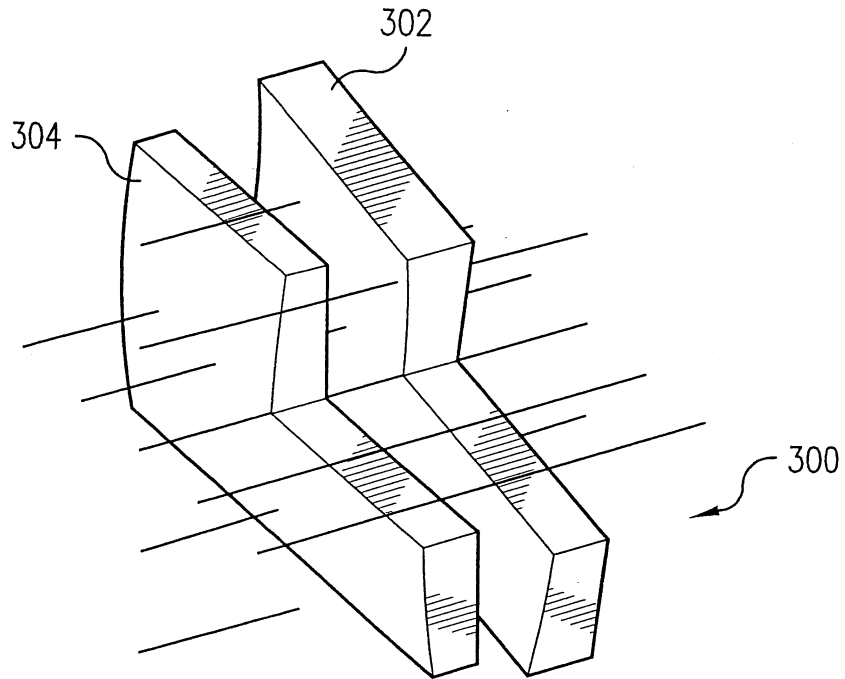
第 8 圖



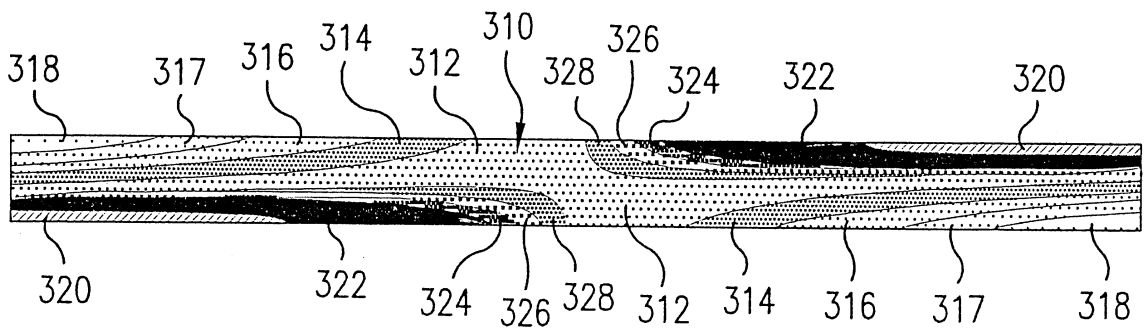
第 9 圖



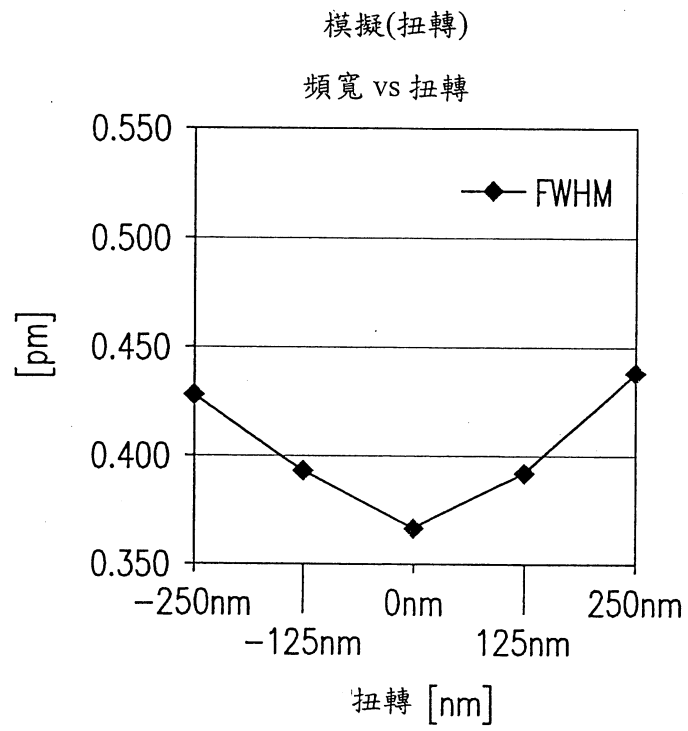
第 10 圖



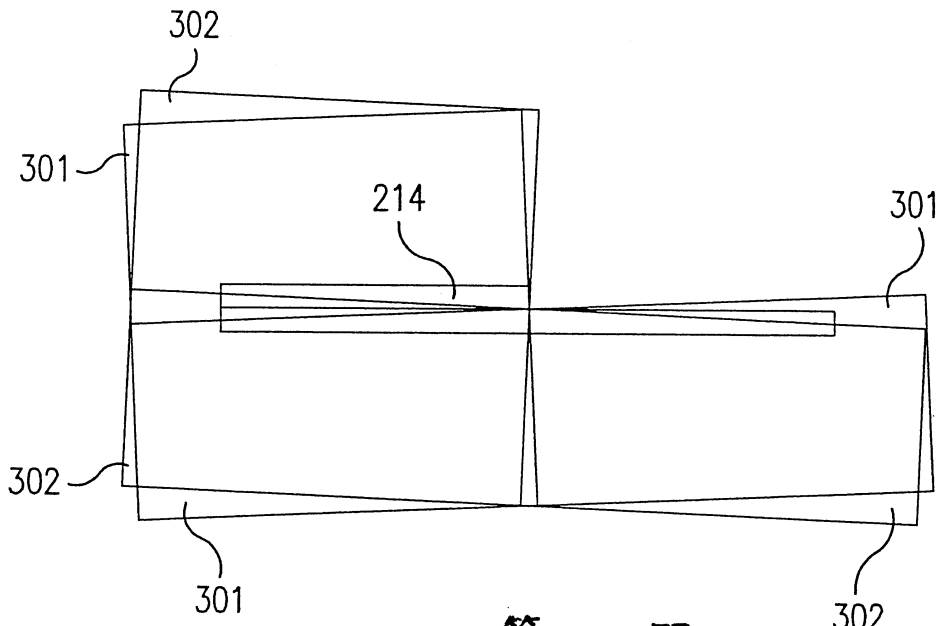
第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖



第14圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10… 譜線窄化模組	84… 第二稜鏡
24… 光柵的散佈性面	86… 第三稜鏡
62… 譜線窄化模組殼體	88… 第四稜鏡
64… 稜鏡總成	90… 超長光柵
66… 頻寬控制部件,光柵總成	92… 第一光柵部
70… 前板	94… 第二光柵部
72… 振動隔離伸縮節	96… 可變折射性光學元件
82… 第一稜鏡	210… 雷射室,共振雷射腔穴

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：