

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：94141474

※ 申請日期：94.11.25

※IPC 分類：H01S 3/04

一、發明名稱：(中文/英文)

用於控制氣體放電雷射之頻寬與中央波長的方法與裝置

METHOD AND APPARATUS FOR GAS DISCHARGE LASER BANDWIDTH AND CENTER WAVELENGTH CONTROL

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 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 崔秀克 費多 B./TRINTCHOUK, FEDOR B.

2. 賈庫斯 羅伯特 N./JACQUES, ROBERT N.

國 籍：(中文/英文)

1. 俄羅斯/Russia

2. 美國/USA

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

2. 美國:2005,10,20: 11/254,282

☐ 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：

<相關申請案>

此申請案係為2004年11月30日提交之事務所案號2004-0081-01且名稱為“高功率高脈衝重複率氣體放電雷射系統頻寬管理”之美國專利申請案編號11/000571之部分接續案；且有關2004年9月28日提交之事務所案號2004-0046-0及名稱為“雷射輸出光脈衝束參數暫態矯正”的美國專利申請案10/935249號，上述各案的揭示以引用方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

10 發明領域

本發明係有關經譜線窄化的氣體放電雷射系統(譬如受激準分子或分子性氟氣體放電雷射系統)中之頻寬及中央波長控制。

【先前技術】

15 發明背景

上述類型的雷射系統不論單室或多室組態皆會回應任務循環變化而表現出頻寬暫態，其譬如為諸如ArF或KrF種類的主振盪器／功率放大器(MOPA)受激準分子雷射系統。申請人相信該等暫態係為對於雷射系統光學串中之雷射光脈衝的熱引發變化之結果，譬如譜線窄化模組(LNM)光學部件、光學塗層、及／或周遭清除氣體中之圓柱形波前變形。

根據本發明的一實施例之態樣，申請人提出一以一經致動頻寬控制部件(BCD)來補償頻寬及中央波長暫態之裝

置及方法，譬如一用於改變波長選擇光學元件的曲率之機構，譬如一階梯光柵，或一類似的經致動光學元件，其可譬如以一正向饋送控制器演算法為基礎譬如隨著需求導入一圓柱形波前變形。

5 【發明內容】

發明概要

揭露一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構及操作方法，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；一控制器，其利用一以雷射系統的操作對於雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前隨其入射在頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎實行頻寬動態矯正的演算法來主動地控制主動頻寬調整機構。控制器演算法係可包含氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一函數，譬如一線性函數，譬如複數個衰減函數的一組合且其各包含一各別的衰減時間常數及一各別的係數。複數個衰減函數係可包含最高達到三個分離的衰減函數，且各可包含一不同的衰減時間常數及一不同的係數。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構，其可包含一可操作以對於雷射輸出光脈衝選擇一中央波長之散佈性光學元件且可進一步包含一具有一可調整波前形狀之入射表面，一圍繞所選定中

央波長之頻譜的頻寬上之波前形狀的效應係由一描繪對於入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線所代表；一頻寬控制器，其以雷射系統操作對於入射在頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎利用一實行頻寬熱暫態矯正之演算法來控制可調整波前形狀；其中頻寬

5 控制器演算法可在其中對於入射表面的曲率中的一選定變化之頻寬響應相對較具線性之曲線的一區中被校準且對於其中對於入射表面的曲率中之一選定變化之頻寬響應相對較非線性之曲線的一區中之頻寬熱暫態矯正使用經校準頻

10 寬控制器演算法。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；一控制器，其利用一以雷射系統的操作對於雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈

15 衝的波前隨其入射在頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎可包含實行短期頻寬控制之演算法；及以調整氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量為基礎實行長期頻寬控制。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬

20 之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；一控制器，其利用一以一回應熱負荷的時間平均數變化對於雷射系統光學串的至少一部分之衝擊的頻寬起伏之模型為基礎可包含一正向饋給控制功能之演算法來控制主動頻寬調整機構。該裝置

及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一短期暫態補償機構，其可包含一主動頻寬調整機構，其可包含一散佈性光學元件，其可操作以選擇用於雷射輸出光脈衝之一中央波長且進一步可包含一具有一可調整式波前形狀之入射表面其中可由一描繪對於入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線來代表圍繞選定中央波長的一頻譜的頻寬之效應；一頻寬控制器演算法，其以雷射系統操作對於入射在頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎來實行頻寬熱暫態矯正；及一長期頻寬控制演算法，其可包含調整氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量。該方法及裝置可包含在其中響應相對較具線性之曲線的一區中從入射表面的曲率變化所引發之頻寬變化來衍生模型及在其中響應相對較具非線性之雷射系統的一所需要操作範圍中使用該模型。

圖式簡單說明

第1圖顯示根據本發明的一實施例之身為一散佈性波長／頻寬選擇光學元件的一入射表面之曲率的一函數之一頻寬繪圖；

第2圖藉由根據本發明的一實施例之一態樣之範例顯示頻寬及譬如波前曲率(譬如以BCD彎圈為單位)之間如果有效地逼近可存在有一不可觀察但有用之理論關係；

第3圖顯示可有效用來瞭解本發明的一實施例之態樣

之不具有BCD控制之一階步變化暫態；

第4圖顯示可有效用來瞭解本發明的實施例之態樣之一暫態的一倒置；

第5至7圖顯示根據本發明的實施例之態樣之具有矯正之暫態；

第8圖顯示根據本發明的實施例之態樣之暫態矯正；

第9圖以方塊圖形式部分示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一頻寬控制器。

【實施方式】

10 較佳實施例之詳細說明

現在參照第1圖，圖中顯示根據本發明的一實施例之一態樣身為一散佈性波長／頻寬選擇光學元件之一入射表面的曲率之一函數的一繪圖。如第1圖的範例所示，可以處於一中央波長的最大值某百分比譬如50%之一寬度的形式來

15 測量頻寬，所謂以識別為來自一邊紋圖案偵測器及申請人的受讓人之雷射系統中稱為測波計的邊紋寬度測量儀器的輸出之D79的信號代表之全寬半最大值(FWHM)，譬如7XXX系列單室雷射系統及XLA-XXX系列多室譬如MOPA雷射系統。這在第1圖中顯示為FWHM曲線20。請瞭解一較

20 佳實施例可使光柵彎折。然而，一般而言，散佈性光學元件或其他波長選擇光學元件及具有可變曲率的光學元件不需相同。亦可使用一固定式形狀光柵及一用以改變從Rmax調節鏡面所反射的波前曲率之附接至一Rmax鏡面之BCD，及譬如包括一用於光柵的BCD之波前矯正元件及一或多

個波前更改元件之一組合。

頻寬亦可由申請人的受讓人指定為來自測波計的D101之一信號代表，其譬如可為代表強烈度峰值的任一側上之一頻譜內的能量整合之一信號，以使部分百分比譬如95%的頻譜能量被包括在峰值任一側上之經測量的寬度內，因此亦使得各別頻寬的各尾部含有2.5%的頻譜能量，所謂E95%或E95。如第1圖所示，出自一譜線窄化模組(LNM)之頻寬可被一中央波長選擇光學元件之一入射接收面的曲率所影響。中央波長選擇光學元件可譬如為依據使其中央波長被選擇之雷射光脈衝束的光學元件上之入射角而回行至一選定中央波長的LNM光中的一光徑之一散佈性光學元件。藉由此一光學元件的操作之本質，其入射表面可能譬如為一階梯光柵(eschelle grating)，譬如此技藝熟知的一立特卓(Littrow)組態，入射雷射光脈衝束的波前中之不匹配，其譬如可擴張至數十公厘之入射在入射面上的束，可造成雷射光脈衝束的頻寬改變。這譬如係由於譬如光柵的縱向長度之入射角分佈所導致，其依此導致橫越雷射光脈衝束的橫剖面有許多不同中央波長被選擇及束的頻寬之擴張及收縮。

散佈性光學元件的入射面之此曲率可譬如由一所謂頻寬控制部件(BCD)上的彎圈數量代表，其可簡單地為一用於將一譬如凹形或凸形的簡單圓柱形曲率等曲率賦予散佈性光學元件的入射面之機構。如第1圖的圖示所示，曲率的測量之正側譬如一拉張／壓縮引發可變長度桿上的彎圈數量

係可代表譬如階梯光柵中央波長選擇光學元件的入射面上之凹形概呈圓柱形曲率而負側可代表凸形曲率。

亦可藉由範例從第1圖看出，位於概呈拋物形曲線10、20底部之最小頻寬可位於BCD調整中心點的範圍中，譬如

5 位於0彎圈正或負處或附近，其中FWHM曲線20位於或幾乎位於0彎圈處，且對於E95的最小頻寬設定在約1/2彎圈之區域略微地往左偏斜。請瞭解所使用的特定BCD及因此用以改變光學元件的入射面曲率之BCD上的特定彎圈正或負數對於本發明的實施例之態樣並不重要。取而代之，如果對

10 於在LNM中被譜線窄化之雷射光脈衝束波長具敏感性之散佈性光學元件的一物理參數(譬如，光學元件之入射面的曲率)變化可更改某最小頻寬的任一側上之頻寬以及相同變化可能在對於不同頻寬測量(譬如FWHM及E95)之衝擊上略微地不同之概念。

15 第1圖亦顯示在散佈性光學元件的參數具有相對較大變化之區域中，譬如第1圖的示範性實施例中超過3正彎圈或2負彎圈外之處，譬如曲率等每BCD參數的同時性變化之頻寬變化係相對較具線性(假設BCD上的彎圈等於譬如圓柱形曲率的線性變化)。此外，熟習該技術者亦瞭解在最需

20 要對於頻寬控制來操作BCD之區域(譬如FWHM或E95的最小頻寬點周圍)中，此變化相對較不具線性且甚至在各別最小值的任一側上翻轉符號。這些曲線10、20亦可依據諸如光學元件中熱吸收所反射之系統中的功率量且因此所謂冷操作(譬如光學部件已加熱之前)與所謂“熱”操作(譬如以部

分功率位準及任務循環位準運轉部分時間之後)之間的一差異等譬如光學串等雷射操作系統的參數而往右或左移位以譬如達成部分“熱”穩態操作。

第2圖藉由根據本發明的一實施例之態樣的範例顯示

5 申請人相信頻寬與譬如波前曲率之間可存在有一理論性關係。實際上一般若無複雜且昂貴儀器將無法觀察之BCD彎圈普通並未出現在伴隨正常操作中所注意類型的雷射系統之度量術中，但其有助於建造對於頻寬控制之一概括可適用的系統操作模型之能力。根據本發明的一實施例之態樣

10 其可假設(1)在雷射腔穴中流通之光的波前曲率係為(a)一BCD引發曲率(b)腔穴中所有其他光學部件(譬如其中使用單一BCD元件來修改波前曲率)之固定曲率及(c)熱引發式暫態曲率之一總和；(2)BW為波前曲率的一正方形(或很類似正方形的一函數)。因為(b)未改變，對於本用途可被忽略

15 。(c)的效果係為試圖控制波前的修改，而(a)係為根據本發明的一實施例之態樣可控制的效果以抵消(c)的效果。因為一般而言，藉由雷射系統可取得的度量術將無法個別地測量(c)或成為一總和 $a+b+c$ ，根據本發明的一實施例之態樣必須使用另一參數且其可為頻寬，譬如

20 $BW=f(a+b+c)\sim(a+b+c)^2$ 。

本發明的實施例之態樣可基於下列事實，上述類型的一雷射系統之頻寬係為譬如共振器中光波前的曲率之一函數，且譬如因此包括入射在中央波長選擇光學部件上之波前之函數。申請人的受讓人的工作已經指示出，更改共振

器中一反射元件的曲率將賦予一圓柱形波前變形，其導致頻寬變化。申請人的受讓人之工作亦已經指示出，因變性(dependence)在相關操作點附近處近似為二次性(quadratic)，其中對於FWHM及E95之拋物線極小值時常相對於彼此補償，如上述。

譬如由於任務循環變化所導致之雷射光脈衝產生系統中之光學功率的變化，亦即雷射系統所操作之一給定時間長度期間的時間百分比(譬如處於譬如4kHz至6kHz或類似物等部分選定脈衝重複率)係可導致頻寬的一暫態變化及其穩態值的變化。這些變化已經由許多稱為尖凸測試(spike tests)之申請人的受讓人所示範，其中譬如雷射系統在一任務循環運轉一段譬如數百秒的時間且隨後切換至另一任務循環藉以觀察輸出頻寬之效果並顯示根據本發明的一實施例之態樣被處理的暫態。此等熱暫態被視為來自譬如LNM光學部件中及清除氣體中之暫態溫度梯度之結果，導致生成譬如橫越該束之暫態折射率梯度，其轉而會導致波前變形。譬如在部分的申請人的受讓人之7XXX雷射系統中，約已經以一3秒時間尺度觀察到快速暫態，但此亦可發生於MOPA組態的雷射系統中。

申請人及申請人的受讓人已經注意到BW暫態及穩態偏移的一大部分可由BCD矯正，暗示暫態熱引發式透鏡作用大致為圓柱形。根據本發明的一實施例之態樣，申請人已經注意到暫態已經能夠在近來實驗中藉由以經測量的FWHM為基礎之一簡單整合BCD回饋被矯正。根據本發明

的一實施例之態樣，可將操作點選擇為遠離存在非線性之最小值的區域，譬如位於BCD曲線的右手側上(對應於凹形光柵表面)，如圖所示，譬如位於第1圖所示的區域中。譬如對於熱引發式波前變形之頻寬響應近似為線性，且其中

5 對於熱引發式波前變形之頻寬響應亦假定近似線性。

如果由於對於譬如BCD致動器位置中的變化之頻寬變化的非線性所導致之所需要的操作點接近最小頻寬，則回饋控制並不可行。

譬如LNM中之另一熱引發式光徑，可具有暫態波長移位(或被動漂移)之現象。驅動機構係被申請人認為類似於隨著頻寬變化之波長移位，亦即熱驅動式波長變化，譬如波長移位的案例中之楔形或斜坡，頻寬變化的案例中之圓柱形透鏡作用。易言之，波前傾斜(位於散佈性光學部件上之入射平面中而不改變其形狀)。亦即，散佈性光學部件上之

10 光的入射角係如同光徑中出現的一稜鏡(楔件)而改變且予以撓曲。在出現譬如一散佈性光學部件的情形中，該傾斜係導致波長的變化。可觀察到的變數(波長)係不同於在波前曲率呈二次性之頻寬而在波前斜率量呈線性。對於光學功率率的階步變化之波長響應之特徵已經在於且發現係為功

15 率沉積歷史的一線性函數。根據本發明的一實施例之態樣，此響應可譬如被具有不同時間常數與係數的兩或三個指數衰退項之一線性組合完全地擷取，其中譬如係數並非皆具相同符號。因為兩現象具有共同的物理起源，可看出係藉由與WL被動漂移呈類比地以WL被動漂移來示範BW熱

20

暫態。

根據本發明的一實施例之態樣，已經至少部分地基於上文討論作出特定假設。這些假設係包括存在有譬如主要身為對於任何BCD位置 $\square BCD(t)$ 光學功率的一線性時間不變量濾器之一變數。基於討論之用，此濾器可稱為一“波前曲率”，但其真正是什麼並不重要，譬如因為如上述無法藉由目前可取得的硬體來觀察。雖然原理上可以測量波前，並基於來自測量的資訊予以矯正，這將需要一波前感測器。此感測器將是一件精細的度量設備，其譬如產生譬如若無諸如上述雷射系統類型的機載度量術等顯著額外處理能量及複雜且昂貴的其他能力則將不易化簡之大量原始資料。譬如，大的天文望遠鏡通常併入有一波前感測器及適應的光學部件以主動控制對於波前的暫態大氣像差，但此設備對於本發明的實施例之態樣所預定使用之雷射類型的操作並不實際。本發明的一實施例之態樣係能夠控制雷射波前中的暫態像差而不需使用此昂貴且複雜的儀器。

因為咸信濾器基於本發明的一實施例之態樣的用途具有類似波前曲率半徑的作用，亦可假設其譬如為BCD位置的一線性函數，亦即譬如波前曲率包括身為一添加項之目前光柵曲率(BCD致動器位置設定)。更確切言之，任何瞬間的曲率 $\kappa(t)$ 可表達如下：

$$\kappa(t) = BCD(t) + A_0 + \int_{-\infty}^t \sum_{j=1}^n A_j P(t') \exp\left(-\frac{(t-t')}{\tau_j} dt'\right) \quad \text{式(1)}$$

其中 $P(t)$ 為一雷射操作系統功率參數。對於一CW雷射， $P(t)$

為其瞬間功率。對於一脈衝式雷射， $P(t)$ 為其移動平均功率，以使移動平均數的時間窗口遠短於任何熱暫態。並且， τ_j 為與有助於暫態波前變形之多重(n)組份的各者相關聯之時間常數，而 A_j 為表示這些組份的量值之係數。

- 5 根據本發明的一實施例之態樣，因為其為熱傳等式的一般解之時間組份形式故可合理化特定的函數性形式亦即指數的一線性組合。此函數性形式因為曲率由折射率梯度所生成，折射率可視為隨著溫度呈線性，且因為熱傳係為一線性程序而溫度隨著功率沉積呈線性，故此函數性形式
- 10 被認為代表波前曲率。對於所有實際用途之積分極限中的 $-t$ 可由 $t-T$ 取代，故積分係位於比任何暫態更長之一有限固定時間：對於所有的 j ， $T \gg \tau_j$ 。在一脈衝式雷射的案例中，此等式若不使用積分亦可重新寫成離散脈衝之一總和。一令人滿意的配合所需要之項 n 數咸信不大於3，其代表該模型
- 15 型在最壞案例中可具有6個參數(3個時間參數及3個係數)。

- 根據本發明的一實施例之態樣，可能難以決定出以 $P(t)$ 代表之在共振器中流通的光學功率，然而，譬如離開一單室雷射系統或離開一MOPA雷射系統的MO之雷射系統的輸出功率可以對於有關光學串功率具有一足夠線性的關係
- 20 被觀視以成為其一合理替代。

至少在與所考慮暫態有關之時間尺度，頻寬係為瞬間波前曲率的一決定性非線性函數且絕非他物，譬如忽略了由於對於頻寬之其他相對較長時間尺度效果所導致之變化，譬如雷射系統中的鹵素含量，譬如 F_2 含量。亦即，在波

前曲率值與頻寬值之間具有一種一對一的關係，如第1圖的曲線所示。該關係並非一條直線，亦即非線性。

並且，根據本發明的一實施例之態樣，因為具有其中頻率可譬如以可接受的精確度相對於波前曲率被線性化之

5 BCD設定曲線的區域，即便未必是其中某人想要實際地操作雷射系統之區域，此(等)區域中的此線性可譬如用來校準上文參照的模型暫態等式中之係數及時間常數。

因此，根據本發明的一實施例之態樣，可藉由選擇譬如足夠遠離最小值(最實際地，譬如位於曲線的凹形分支上

10)之曲線20、22上的一固定BCD位置故使BW vs.曲率對於任何暫態皆近似呈線性來進行特徵化及模型校準。申請人相信，因為任何合理小控制演算法中的非線性，若無譬如1)一線性化感測器，譬如一某類的實際波前感測器或2)一遠為較複雜的非線性控制演算法，譬如使用中立網或對於實

15 際效果而言遠為太複雜、不確定或昂貴或太耗時計算的任何後現代控制方案，則接近頻寬最小值之特徵化將無法產生有用的資料。

其後，根據本發明的一實施例之態樣，可執行一施用譬如上述的一尖凸測試等雷射任務循環之測試順序。然後

20 ，可在相同的線性區域中選擇至少一第二BCD位置，且譬如重覆測試以對於各BCD位置獲得所觀察到的頻寬暫態。然後可將來自至少兩回合之經觀察的頻寬暫態配合至等式(1)且交由一線性轉換自該配合來決定模型係數，因為目標譬如在於使頻寬橫越一(或多)個熱暫態保持固定，故整體偏

移及尺度並不重要。BW的特定值將在一較長時間尺度上改變，譬如隨著 F_2 濃度，且亦將譬如依據所選的初始BCD設定而定。模型中的添加常數因此對於暫態抑制而言並不重要。因為其依據對於校準所選的(任意)BCD設定處之BCD

5 曲線斜率而定；如果如前述對於一配合使用兩BCD位置則斜率將抵銷，故倍增性係數亦不重要。

根據本發明的一實施例之態樣，該模型隨後可譬如藉由將BCD設定為一選定初始位置譬如位於曲線20或曲線22上之頻寬最小值處且利用依等式(1)決定的模型係數而被測

10 試及驗證，產生一 $BCD(t)$ 驅動信號使其將 $\kappa(t)$ 保持=常數。驗證暫態對於最小頻寬處之初始BCD設定受到控制。可在各別曲線20、22上他處譬如相對較接近最小值之處其中頻寬響應亦相對較非線性、或另在他處來測試及驗證此作用。此模型隨後可用來譬如作為一頻寬控制演算法的一正向

15 饋送部分。

其後，一旦該模型已經被驗證，可使用相同特徵化及校準作為一週期性校準程序。

譬如用以使 $\kappa(t)$ 保持=常數之對於BCD的控制信號可純粹以光學功率為基礎，譬如以任務循環為基礎。其可為一

20 正向饋送信號，譬如設計成使 $\kappa(t)$ 保持=常數。譬如藉由一將影響頻寬之較緩慢改變的參數，譬如藉由氟含量控制，可利用一用以確保頻寬控制器停留在譬如部分選定頻寬範圍內之回饋部分。可在校準時藉由新鮮氣體來調整起始的內定“冷穩態”BCD位置以將E95定心在所需要的範圍中或

使其盡量減小。或者，可利用一緩慢的BCD顫動來提供緩慢的回饋以在穩態中使BCD保持在頻寬最小值，其中具有添加至緩慢回饋信號之快速正向饋送信號。

- 現在參照第3圖，圖中顯示一示範性階步測試的結果，
- 5 其中譬如將BCD初始設定為2.75彎圈，亦即BCD曲線正側上每彎圈200階步之550階步，譬如其中光柵的入射表面亦即光柵面之曲率為凹形，其中五分鐘(300秒)位於5%的一第一任務循環，然後改變成75%的一第二任務循環，且無藉由改變BCD設定之補償。第3圖顯示對於FWHM、頂曲線及
- 10 E95、中間曲線，其中在粗略相同形狀的D79及D101中導致了一暫態，其中初始上升至一峰值且然後逐漸安頓至低於任務循環暫態前的位準之一穩態位準。

- 可譬如第4圖所示根據上述模型來模擬此頻寬暫態。如第4圖所示，可譬如利用譬如一暫態的倒數之一五點移動平均數52及譬如下文參照第9圖所描述之BCD曲率致動器上
- 15 每彎圈0.2pm之第1圖的譬如頻寬曲線中相對較具線性的+2.75部中之一斜率來模擬一BCD位置矯正。如第4至6圖所示此矯正粗略地為70階步，亦即峰值之一負彎圈(逆時針方向)的7/25，且比起任務循環暫態之前進一步在正(順時針)
- 20 方向(譬如較凹形)安頓回到粗略20階步。然後可譬如第4圖的曲線54所示加以撫平且配合至等式1的模型以決定相關的係數及時間常數，譬如對於4kHz脈衝重複率之0.75的任務循環之14mj的 P_h ，亦即42W的雷射輸出功率， $A_1=0.53$ 階步／焦耳， $A_2=0.038$ 階步／焦耳， $\tau_1=3.83$ 秒而 $\tau_2=69.73$ 秒。

如第5圖所示，利用處於正2.75彎圈之此相同矯正作為對於任務循環暫態的一正向饋送矯正，譬如在任務循環中變化引發時引發，FWHM及E95頻寬暫態大致被消除。此外，在BCD曲率致動器的0彎圈位置及BCD曲率致動器的5 -2.75(凸形)位置施加之相同模型衍生的BCD矯正亦導致大致消除第6及7圖所示之階步測試中的頻寬暫態。

現在參照第8圖，藉由範例顯示譬如用於積體電路微影術光源操作之一略為典型的雷射系統操作，其中顯示一操作因此譬如光微影術用途之一積體電路製造晶圓上之譬如10 100個晶粒等複數個積體電路晶粒被輻照，故需要複數個迸發40(每晶粒一或多個)，各表現以瓦特為單元的一內迸發功率30，其可具有短的晶粒間停頓時間。此短的晶粒內停頓時間可反映在暫態中，且其根據本發明的一實施例之態樣造成被反映在BCD正向饋送矯正曲線50的晶粒內部分60中之15 之BCD曲率致動器位置的變化。譬如一五秒平均功率70等以瓦特為單元的功率可在一給定晶圓的迸發期間存在於雷射系統的輸出處。

譬如以另一晶圓來更換一晶圓之位於晶圓之間的一簡短停頓時間80係亦可造成一暫態，譬如功率在雷射系統光學串的至少某(些)部分中、譬如雷射共振器腔穴且其譬如包括一輸出耦合器及LNM中被吸收。此暫態期間，可看出使用正向饋送演算法之控制器系統首先係在一方向中改變BCD曲率致動器位置以顧及功率吸收的降低，然後隨著下20 個系列的迸發發生以輻照一後續晶圓上的多重晶粒，而在

相對方向中改變BCD曲率矯正致動器以隨著功率吸收增加至部分任務循環來容納發生的波前變化。

現在參照第9圖，圖中以示意圖及部分方塊圖形式顯示根據本發明的一實施例之態樣用於一雷射系統10之一頻寬
5 控制系統的一範例。雷射系統10可譬如包括一雷射室12，其中發生雷射作用以產生一輸出雷射光脈衝束1，其可經由一輸出耦合器26離開雷射系統且可由一可用以監測譬如諸如中央波長、頻寬、脈衝能等束品質參數束之監視器48予以監測。在雷射室12的相對側可設置有一譜線窄化模組或
10 包裝(LNM或LNP)16，其可由譬如一波長選擇光學元件、譬如一散佈性光學元件、譬如一反射性光柵24所組成，其如此技藝所熟知亦可作為用以連同輸出耦合器26形成雷射系統共振器腔體之後鏡面。熟習該技術者亦將瞭解雷射系統10可為一譬如主振盪器功率放大器(MOPA)雷射系統等之
15 多室雷射系統的一部分，其中雷射輸出光脈衝束14形成對於系統(未圖示)的一放大器部分之輸入，其中譬如隨著束14以一選定數量穿過放大器部分的室中之電極之間的一放電區而使來自室12的輸出束譬如在一或多個放大器部分中的一經激勵雷射氣體媒體中被放大或者其中輸出雷射光脈衝束14種籽化(seed)亦可身為一振盪雷射腔穴之一或多個放
20 大器部(未圖示)，亦即一主振盪器功率振盪器(MOPO)或者就像多室雷射系統。

LNM 16的光柵24可具有譬如一螺紋式機構26等入射曲率調整機構之一光柵表面，螺紋式機構26譬如可藉由在

其任一端附接至光柵24背部之兩相對標柱25之間的擴張或收縮將壓縮性或拉張性力施加至光柵24。利用此方式，譬如穿過一用以構成稜鏡38、42及44的束擴張器36之位於光柵24前方之雷射光脈衝束的入射表面可從概呈扁平改變成

5 具有某形狀，譬如一彎曲表面，譬如概呈凹形或凸形圓柱形曲率。

LNM亦可包含一中央波長調節機構，譬如一可由一中央波長控制器所控制之鏡面46，該中央波長控制器可能身為一雷射系統控制器32的一部分，其譬如可為一或多個經

10 程式化或硬配線式電腦處理器，譬如對於雷射系統10進行控制功能之微處理器或微控制器，包括有關中央波長、頻寬及／或在一室或多室雷射系統中注射入雷射系統室12內以依適宜情形自整體系統產生所需要的最終雷射輸出光脈衝之F₂或其他鹵素氣體的控制之本申請案中所討論者。

15 熟習該技術者瞭解上述BCD為示範性且所包含的特定彎圈數及一BCD步進馬達28上用以達成一彎圈之階步數係為示範性，且譬如可使用用以改變光柵24的入射表面之形狀之其他部件，譬如氣動、液壓或電致動式，譬如施加適當力量以達成所需要的形狀之壓電部件，譬如一凹形或凸

20 形概呈圓柱形曲率且可能具有不只一個BCD致動器，譬如以不同方式改變入射的光柵表面之形狀，如上文參照的共同審查中專利申請案所說明。亦將瞭解各致動器可譬如利用相同模型等式或利用用於複數個致動器的至少另一者之一不同模型等式由雷射系統控制器32中的單一頻寬控制器

所控制。譬如，波前及其對於不同類型的頻寬測量(譬如FWXM、位於最大值的某百分比X或EXX之全寬、用於被定心在中央波長之頻譜中百分比XX的整體能量之能量積分)之影響可各根據其用於熱或其他暫態控制之本身模型等式

5 譬如藉由連接至光柵之分離的BCD或藉由修改用於雷射系統光學串的一或其他態樣之入射光柵表面形狀以修改另一者來容納FWXM及EXX頻寬測量各者中之暫態而被修改。並且，在多重定型致動器的案例中，諸如多重BCD 26，兩者皆可根據如此處所述的模型等式而被控制或者一者可能

10 如此而另一者可能未如此，在該案例中，另一者可能譬如以顧及到一者如此處所述在藉由另一者提供所需要的形狀控制上被控制的效果以達成此處所述的結果之部分實證決定式模型為基礎而被控制。熟習該技術者瞭解，一BCD可能對於頻寬暫態控制根據本發明的態樣而被致動，而另一

15 者係位於光柵24上或他處被致動以修改中央波長上之波前效果。

一略微較長的停頓時間隨後可能發生於譬如隨著一新批量90的晶圓移位至一光微影術掃描器內且先前輻照批量90的晶圓被移除，在下批量中第一個晶圓開始被輻照之前

20 。在此時間中，隨著功率來到一零任務循環，且雷射系統光學串依此在更延長的時間中冷卻，譬如約20秒，控制器利用模型的正向饋送演算法依此調整BCD曲率矯正致動器。類似地，一約60秒的更長停頓時間可能發生於譬如隨著掃描器在處理一群組100的批量90之晶圓及一後續群組120

的批量90之晶圓之間進行部分其他功能。

熟習該技術者瞭解，根據該模型的正向饋送演算法係具時間累積性，故譬如在第一群組100的批量90之晶圓開始處，在其前，譬如雷射系統可能已經怠惰一長時間，譬如基本上開始為冷涼，受矯正的暫態可能相當大，譬如隨著雷射系統在第一晶圓的輻照過程中從譬如主要呈冷涼來到暖熱，包括隨著掃描器移位於被輻照晶粒之間以60所示的小暫態。然而，晶圓之間譬如5秒相對較短的停頓時間之後，因為光學串冷卻，暫態及所需要的BCD曲率矯正致動器位置調整50b係相對較小，但不像晶圓一被啟動之前同樣大。類似地，如第8圖所示，藉由一類似約5秒停頓時間，因為雷射系統光學串已在先前時間被較大地加熱且在五秒暫態中被較小地冷卻因此所需要的矯正50c略微地小於暫態矯正正向饋送信號50b所需要者，下個矯正50c的量值仍然較小。並且亦可看出，一較長之20秒的冷卻之後，但亦在第一批量的晶圓輻照完成之後，譬如一第一群組100的批量90之晶圓譬如由於雷射系統光學串在二十秒停頓時間的冷卻，矯正信號50將超越第一批量90中最後晶圓之先前者50c，但不需像系統從冷開始時對於第一晶圓之矯正信號50a一樣大，或也許對於第二矯正信號50b亦然。最後，60秒的更長停頓時間之後，第一BCD曲率矯正致動器信號50e可大於譬如第一批量中的所有其他者，但對於雷射系統從一較冷狀況開始之事實所矯正之第一者50a除外，譬如在一大於60秒的更長停頓時間之後被認為是冷起動。

熟習該技術者瞭解，在本申請案中揭露一用以在氣體放電雷射系統中所產生的一雷射輸出光脈衝中控制頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構及操作方法，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構，譬如諸如第9

5 圖的一範例所示等之一波長選擇光學元件之組合，譬如包括一所謂頻寬控制部件(BCD)以改變譬如中央波長選擇光學元件(譬如一階梯光柵)上之一經擴張的雷射光脈衝束的一入射表面之形狀；一控制器，其利用一以雷射系統的操作對於雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前

10 之衝擊之一模型為基礎實行頻寬動態矯正的演算法來主動地控制主動頻寬調整機構，其譬如隨著波前入射在頻寬調整機構上利用光柵及BCD來改變入射表面的形狀，譬如含有光柵的溝槽。控制器演算法係可包含氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一函數，

15 譬如一線性函數，譬如複數個衰減函數的一組合且其各包含一各別的衰減時間常數及一各別的係數。複數個衰減函數係可包含最高達到三個分離的衰減函數，且其各可包含一不同的衰減時間常數及一不同的係數。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出

20 光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構，其可包含一可操作以對於雷射輸出光脈衝選擇一中央波長之散佈性光學元件，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構，其可包含一可操作以對於雷射輸出光脈衝

選擇一中央波長之散佈性光學元件，譬如與一主動控制式BCD合併之光柵，且可進一步包含一入射表面，譬如含有光柵中央波長選擇溝槽之光柵面，其具有一可調整波前形狀，圍繞所選定中央波長之一頻譜的頻寬上之波前形狀之

5 效果係由一描繪對於入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線所代表；一頻寬控制器，其以雷射系統操作對於入射在頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎利用一實行頻寬熱暫態矯正之演算法來控制可調整波前形狀；其中頻寬控制器演算法可在其中對於入射表面

10 的曲率中的一選定變化之頻寬響應相對較具線性之曲線的一區中被校準且對於其中對於入射表面的曲率中之一選定變化之頻寬響應相對較非線性之曲線的一區中之頻寬熱暫態矯正使用經校準頻寬控制器演算法。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光

15 脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；一控制器，其利用一以雷射系統的操作對於雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前隨其入射在頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎可包含實行短期頻寬控制之演算

20 法；及以調整氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量為基礎實行長期頻寬控制。該裝置及方法可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；

- 一控制器，其利用一以一回應熱負荷的時間平均數變化對於雷射系統光學串的至少一部分之衝擊的頻寬起伏之模型為基礎可包含一正向饋給控制功能之演算法來控制主動頻寬調整機構。該方法及裝置可包含一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其可包含一頻寬控制器，其可包含一短期暫態補償機構，其可包含一主動頻寬調整機構，其可包含一散佈性光學元件，其可操作以選擇用於雷射輸出光脈衝之一中央波長且進一步可包含一具有一可調整式波前形狀之入射表面其中可由一描繪對於入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線來代表圍繞選定中央波長的一頻譜的頻寬之效應；一頻寬控制器演算法，其以雷射系統操作對於入射在頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎來實行頻寬熱暫態矯正；及一長期頻寬控制演算法，其可包含調整氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量。該方法及裝置可包含在其中響應相對較具線性之曲線的一區中從入射表面的曲率變化所引發之頻寬變化來衍生模型及在其中響應相對較具非線性之雷射系統的一所需要操作範圍中使用該模型。
- 20 連同對於短期的頻寬控制之修改，譬如迸發內矯正及如上述從迸發至迸發，譬如，雷射系統參數亦可利用被注射以控制雷射媒體氣體組成物之諸如氟氣等鹵素氣體來控制以在一較長期間的操作時間中(譬如此技藝所熟知的氣體重新充填之間隨著雷射系統操作及消耗諸如氟氣等鹵素

週期性地進行)使雷射參數保持在部分所需要的操作內。

雖然需要滿足35 U.S.C.§112之此專利申請案所詳細描述及顯示之“用於氣體放電頻寬及中央波長控制之方法及裝置”之實施例的特定態樣係完全能夠對於由上述的實施例態樣所解決的問題或任何其他理由或目的來達成上述目的，熟習該技術者瞭解在本發明的所描述實施例之目前所述態樣僅為範例性質、示範性質且代表本發明廣泛涵蓋的主體物。目前所描述且請求之實施例的態樣之範圍係完整地涵蓋了以說明書的教導為基礎由熟習該技術者此時明瞭或將變成明瞭之其他實施例。本“用於氣體放電雷射頻寬及中央波長控制之方法及裝置”之範圍係只單純地且完全地受限於申請專利範圍而非超過申請專利範圍的引述者。對於此申請專利範圍中的一元件之參照除非如此明示否則無意代表亦將不會代表將此申請專利範圍的元件詮釋為“一旦唯一”，而是“一或多者”。對於熟習該技術者已知或稍後將瞭解之上述實施例態樣的任何元件之所有結構性及功能性均等物係明示地以引用方式併入本文中且預定由申請專利範圍所涵蓋。本申請案中說明書及／或申請專利範圍中所使用且在說明書及／或申請專利範圍中的意義所明示提供之任何用語係應具有不論對於此用語的任何字典或其他常用意義之意義。身為一實施例的任何態樣之說明書中所描述的一部件或方法並無意或不需要解決此說明書中所揭露的實施例態樣之各個及每個問題，因為其被本申請專利範圍所涵蓋。本揭示的任何元件、組件或方法步驟不論元

元件、組件或方法步驟是否在申請專利範圍中明示地引述
皆無意奉獻予公眾。申請專利範圍中的任何申請專利範圍
元件除非元件利用“指定用於(meant for)”語句明示地引述
或在方法申請專利範圍的案例中元件引述為一“步驟”而非
5 一“作用”否則皆未視為落在35 U.S.C. § 112，第六段的條款
之下。

熟習該技術者應瞭解上文所揭露之本發明的實施例之
態樣只預定身為較佳實施例且不得以任何方式侷限於本發明
的揭示且尤其不單限於一特定較佳實施例。可對於熟習該
10 技術者所瞭解及理解之所揭露的發明之實施例的所揭露態
樣作出許多改變及修改。申請專利範圍在範圍及意義上預
定不只涵蓋本發明的實施例之所揭露態樣亦涵蓋熟習該技
術者所明瞭的此等均等物及其他修改及改變。除了對於上
述所揭露及請求之本發明的實施例之態樣之改變及修改外
15 ，亦可包含其他者。

【圖式簡單說明】

第1圖顯示根據本發明的一實施例之身為一散佈性波
長／頻寬選擇光學元件的一入射表面之曲率的一函數之一
頻寬繪圖；

20 第2圖藉由根據本發明的一實施例之一態樣之範例顯
示頻寬及譬如波前曲率(譬如以BCD彎圈為單位)之間如果
有效地逼近可存在有一不可觀察但有用之理論關係；

第3圖顯示可有效用來瞭解本發明的一實施例之態樣
之不具有BCD控制之一階步變化暫態；

第4圖顯示可有效用來瞭解本發明的實施例之態樣之一暫態的一倒置；

第5至7圖顯示根據本發明的實施例之態樣之具有矯正之暫態；

5 第8圖顯示根據本發明的實施例之態樣之暫態矯正；

第9圖以方塊圖形式部分示意地顯示根據本發明的一實施例之態樣之一頻寬控制器。

【主要元件符號說明】

10...曲線，雷射系統

12...雷射室

14...雷射輸出光脈衝束

16...譜線窄化模組或包裝(LNM或LNP)

24...反射性光柵

25...標柱

20...曲線

26...輸出耦合器,螺紋式機構

28...BCD步進馬達

30...內迸發功率

32...雷射系統控制器

36...束擴張器

38, 42, 44...稜鏡

40...迸發

46...鏡面

48...監視器

50b...暫態矯正正向饋送信號

50c...矯正

52...五點移動平均數

54...曲線

60...晶粒內部分,小暫態

70...五秒平均功率

80...簡短停頓時間

90...批量

100...第一群組

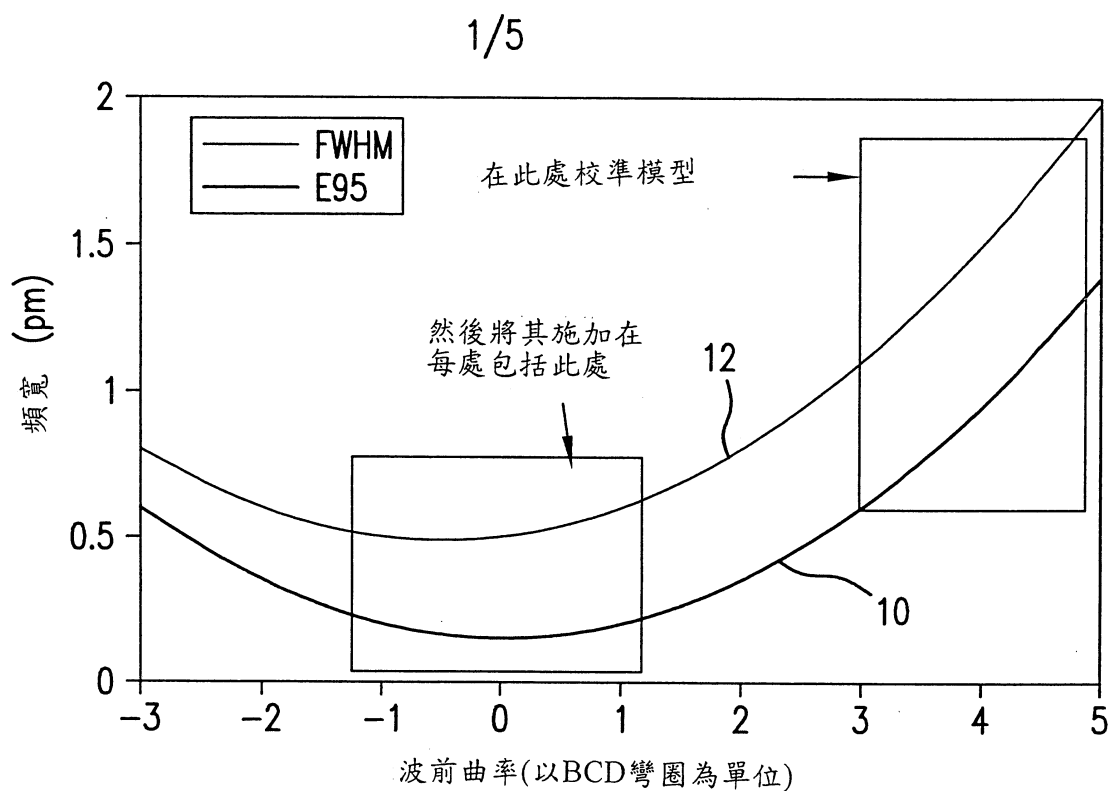
120...群組

五、中文發明摘要：

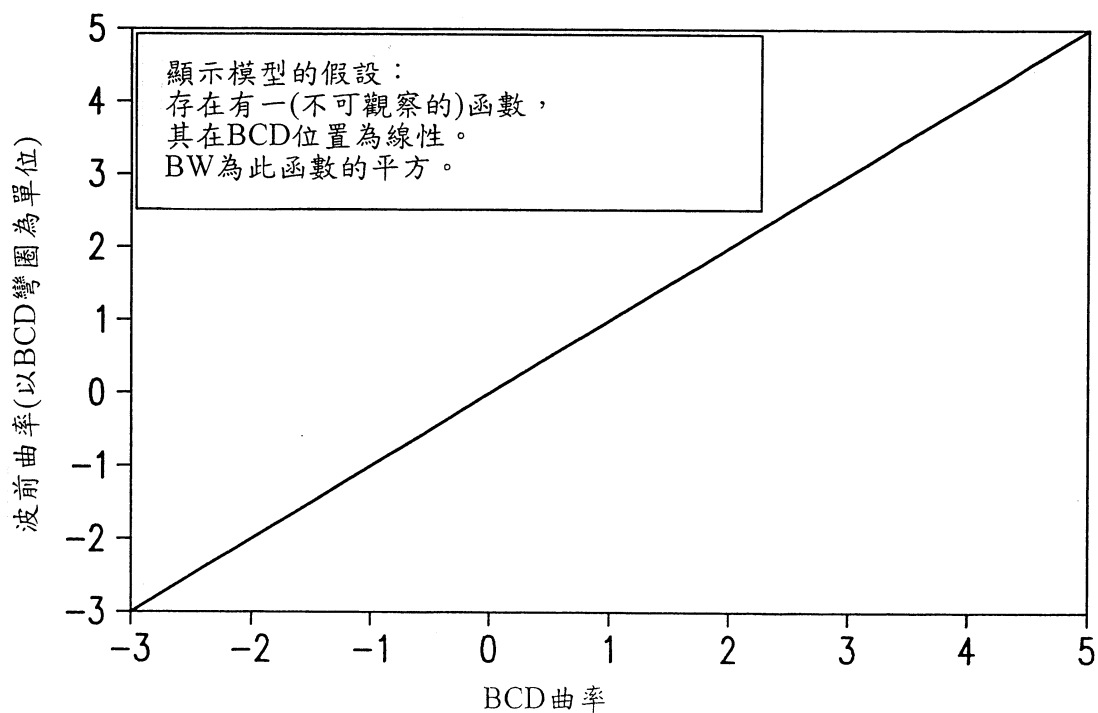
揭露一用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構及操作方法，其可包含一頻寬控制器，其可包含一主動頻寬調整機構；一控制器，其利用一以雷射系統的操作對於雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前隨其入射在頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎實行頻寬熱暫態矯正的演算法來主動地控制主動頻寬調整機構。控制器演算法係可包含氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一函數，譬如一線性函數，譬如複數個衰減函數的一組合且其各包含一各別的衰減時間常數及一各別的係數。

六、英文發明摘要：

Agas discharge lasersystembandwidthcontrolmechanismandmethod of operation for controlling bandwidth in a laser output light pulse generated in the gas discharge system is disclosed which may comprise a bandwidth controller which may comprise an active bandwidth adjustment mechanism; a controller actively controlling the active bandwidth adjustment mechanism utilizing an algorithm implementing bandwidth thermal transient correction based upon a model of the impact of laser system operation on the wavefront of the laser light pulse being generated and line narrowed in the laser system as it is incident on the bandwidth adjustment mechanism. The controller algorithm may comprises a function of the power deposition history in at least a portion of an optical train of the gas discharge laser system, e.g., a linear function, e.g., a combination of a plurality of decay functions each comprising a respective decay time constant and a respective coefficient.



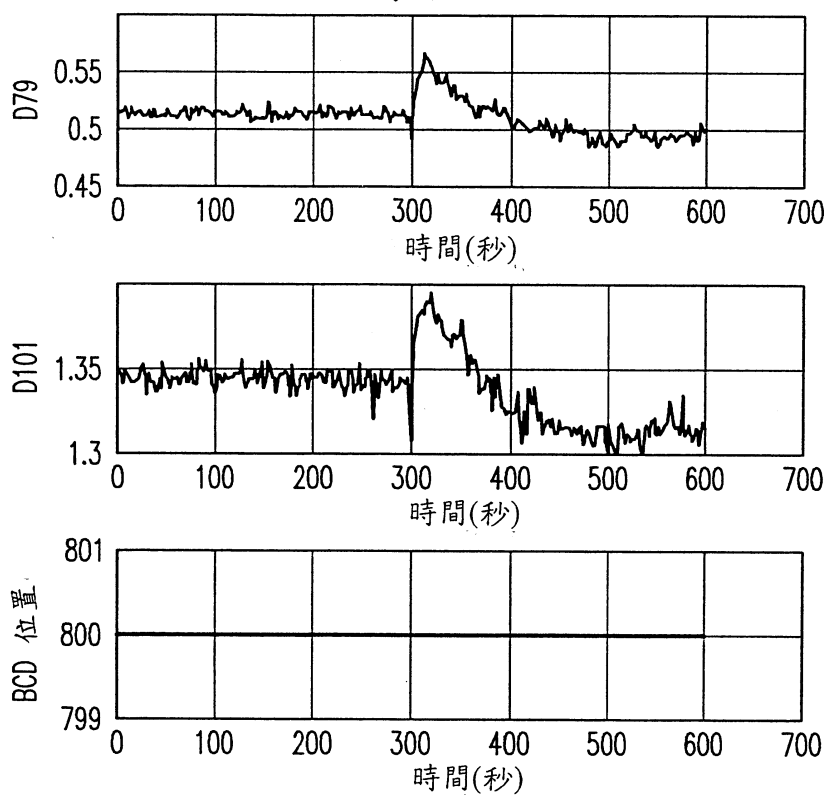
第 1 圖



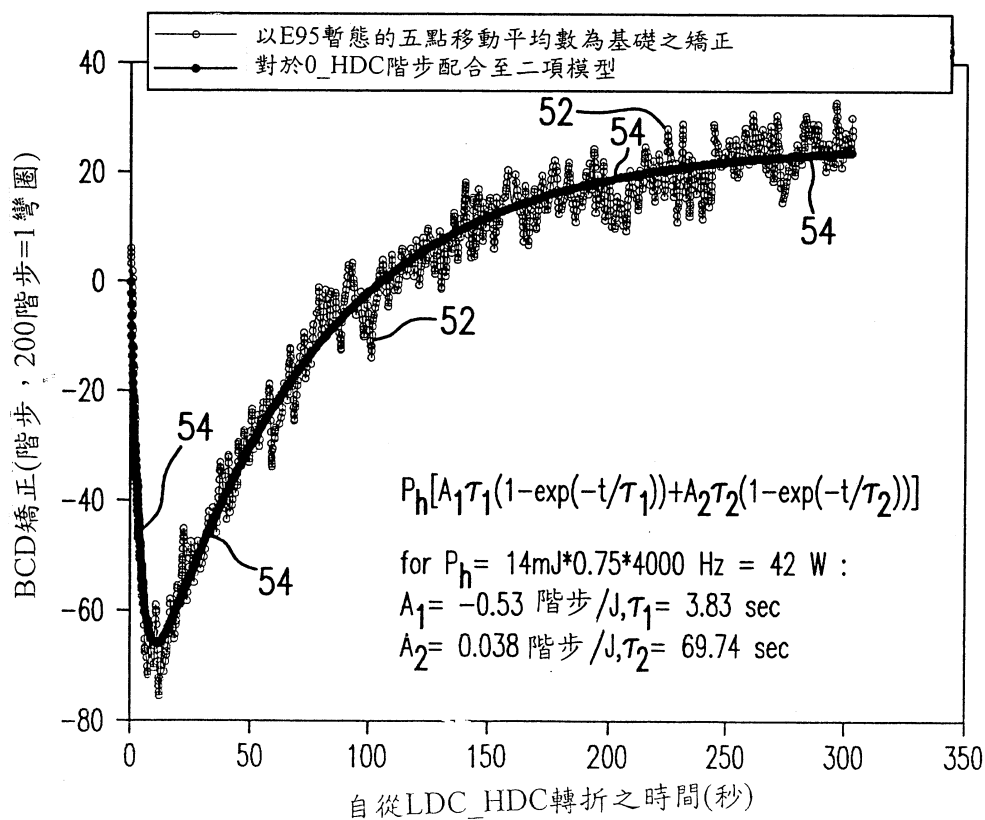
第 2 圖

2/5

+2.75彎圈，無補償



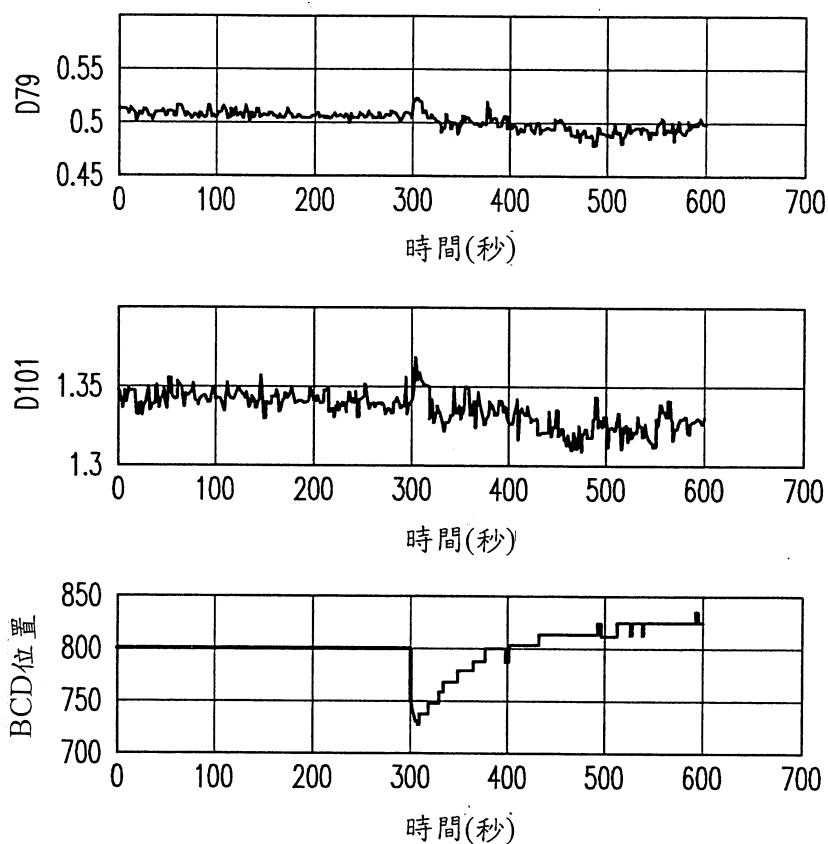
第 3 圖



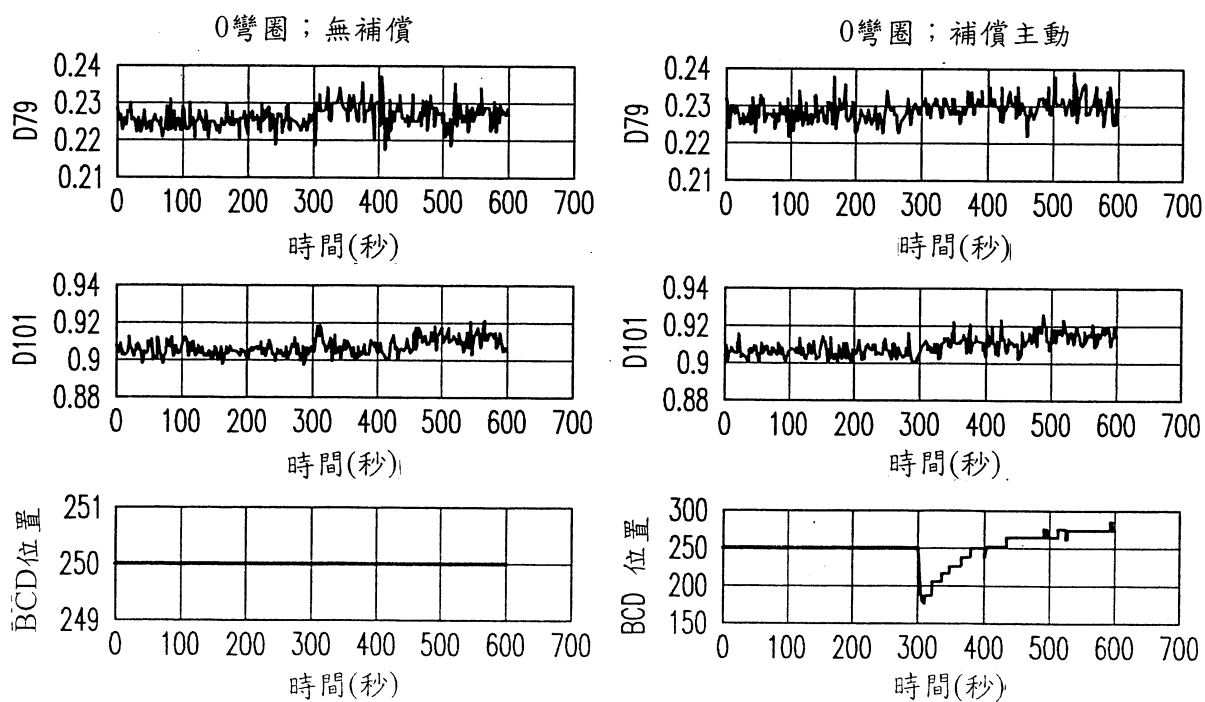
第 4 圖

3/5

+2.75彎圈，補償主動

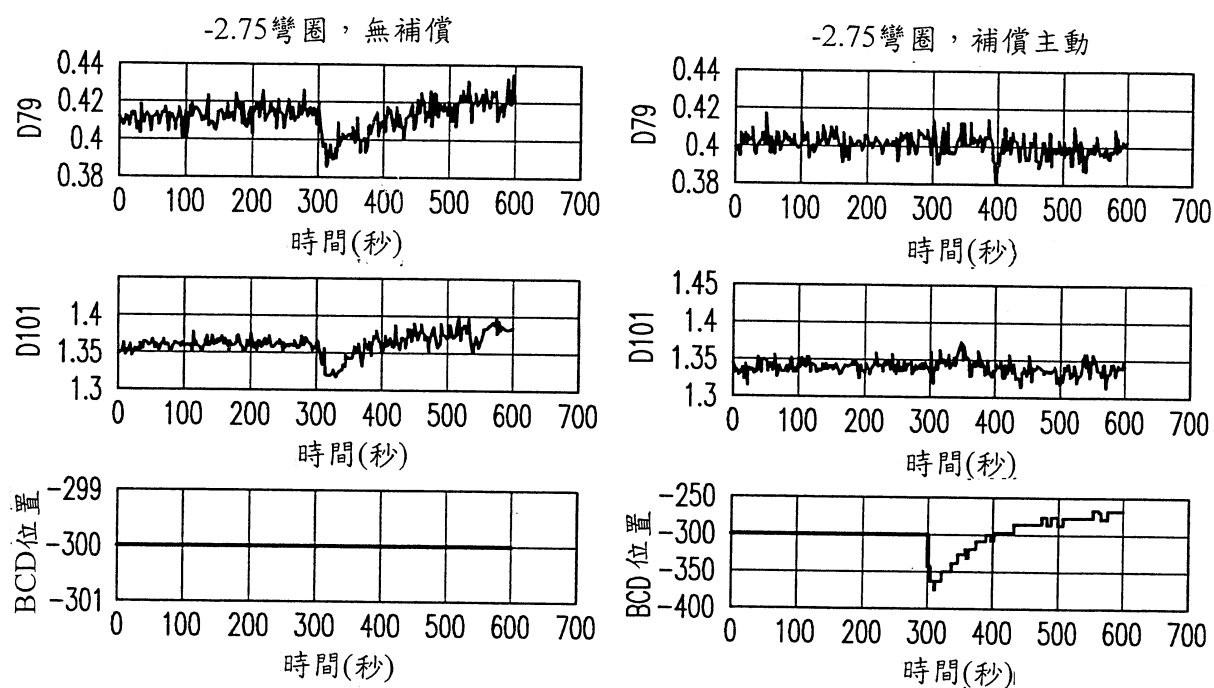


第 5 圖

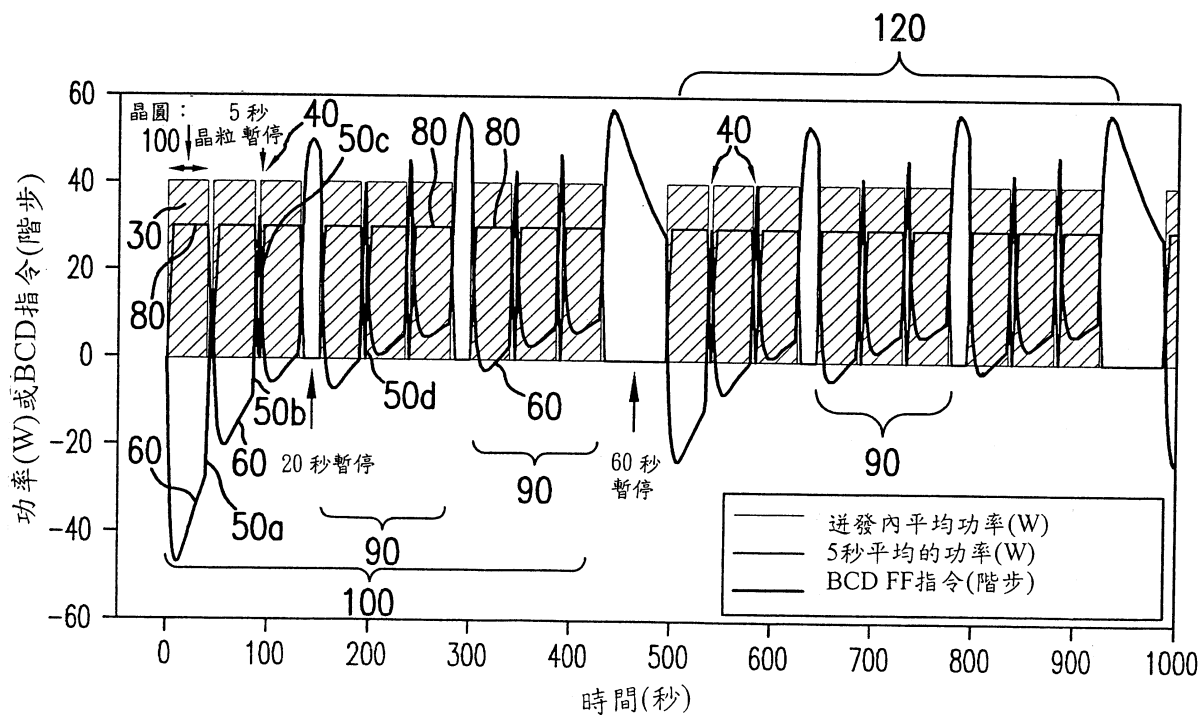


第 6 圖

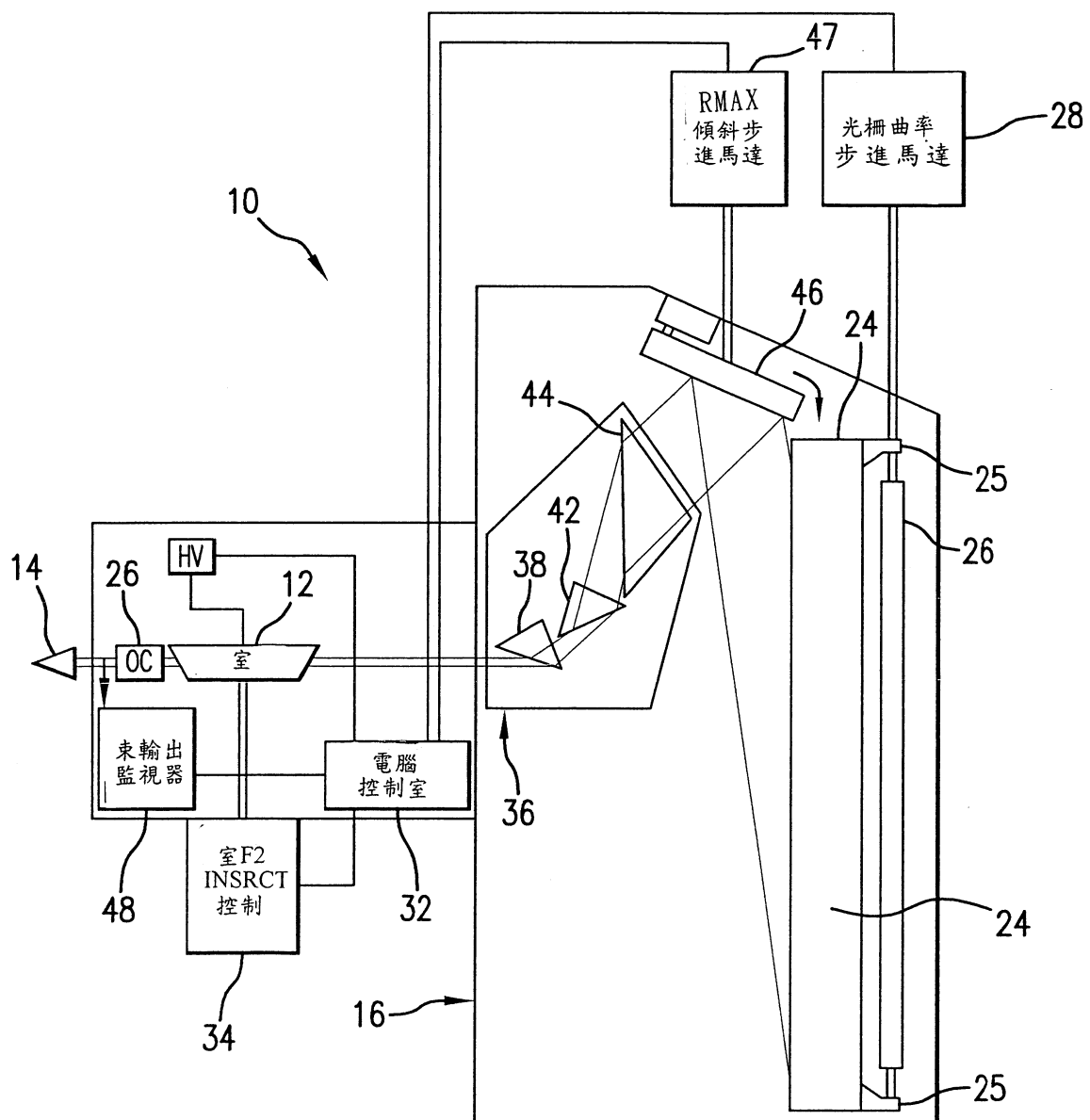
4/5



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (8) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

30...內迸發功率

80...簡短停頓時間

40...迸發

90...批量

50b...暫態矯正正向饋送信號

100...第一群組

50c...矯正

120...群組

60...晶粒內部分，小暫態

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

第94141474號專利申請案 申請專利範圍修正本 95.12.22

十、申請專利範圍：

1. 一種包括氣體放電雷射系統頻寬控制機構之裝置，該機構係用於控制氣體放電雷射系統中所產生之雷射輸出光脈衝中的頻寬，該裝置包含：
 - 一頻寬控制器，其包含：
 - 一主動頻寬調整機構；
 - 一控制器，其利用一以該雷射系統操作對於該雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前隨其入射在該頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎實行頻寬熱暫態矯正的演算法來主動地控制該主動頻寬調整機構。
2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其進一步包含：
 - 該控制器演算法係包含該氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一函數。
3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其進一步包含：
 - 該控制器演算法係包含該該氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一線性函數。
4. 如申請專利範圍第1項之裝置，其進一步包含：
 - 該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數及一各別的係數。
5. 如申請專利範圍第2項之裝置，其進一步包含：

該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合
且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數
及一各別的係數。

6. 如申請專利範圍第3項之裝置，其進一步包含：

5 該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合
且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數
及一各別的係數。

7. 如申請專利範圍第4項之裝置，其進一步包含：

 該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
10 衰減函數。

8. 如申請專利範圍第5項之裝置，其進一步包含：

 該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
衰減函數。

9. 如申請專利範圍第6項之裝置，其進一步包含：

15 該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
衰減函數。

10. 如申請專利範圍第7項之裝置，其進一步包含：

 該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常
數及一不同的係數。

20 11. 如申請專利範圍第8項之裝置，其進一步包含：

 該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常
數及一不同的係數。

12. 如申請專利範圍第9項之裝置，其進一步包含：

 該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常

數及一不同的係數。

13. 一種包括氣體放電雷射系統頻寬控制機構之裝置，該機構係用於控制氣體放電雷射系統中所產生之雷射輸出光脈衝中的頻寬，該裝置包含：

5 一頻寬控制器，其包含：

 一主動頻寬調整機構，其可包含一可操作以對於該雷射輸出光脈衝選擇一中央波長之散佈性光學元件且進一步包含一具有一可調整波前形狀之入射表面，波前形狀對於一圍繞該所選定中央波長之頻譜的頻寬上之效應係由一描繪對於該入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線所代表；

10

 一頻寬控制器，其以雷射系統操作對於入射在該頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎利用一實行頻寬熱暫態矯正之演算法來控制該可調整波前形狀；

15

 其中該頻寬控制器演算法係在其中對於該入射表面的曲率中的一選定變化之頻寬響應相對較具線性之曲線的一區中被校準且對於其中對於該入射表面的曲率中之一選定變化之頻寬響應相對較非線性之曲線的一區中之頻寬熱暫態矯正使用該經校準之頻寬控制器演算法。

20

14. 如申請專利範圍第13項之裝置，其進一步包含：

 該控制器演算法係包含該氣體放電雷射系統之一光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一函數。

15. 如申請專利範圍第13項之裝置，其進一步包含：

該控制器演算法係包含該氣體放電雷射系統之一
光學串的至少一部分中之功率沉積歷史的一線性函數。

16. 如申請專利範圍第13項之裝置，其進一步包含：

5 該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合
且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數
及一各別的係數。

17. 如申請專利範圍第14項之裝置，其進一步包含：

 該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合
10 且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數
及一各別的係數。

18. 如申請專利範圍第15項之裝置，其進一步包含：

 該控制器演算法係包含複數個衰減函數的一組合
且該等複數個衰減函數各含有一各別的衰減時間常數
15 及一各別的係數。

19. 如申請專利範圍第16項之裝置，其進一步包含：

該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
衰減函數。

20. 如申請專利範圍第17項之裝置，其進一步包含：

20 該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
衰減函數。

21. 如申請專利範圍第18項之裝置，其進一步包含：

該等複數個衰減函數係包含最高達到三個分離的
衰減函數。

22. 如申請專利範圍第19項之裝置，其進一步包含：

該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常數及一不同的係數。

23. 如申請專利範圍第20項之裝置，其進一步包含：

5 該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常數及一不同的係數。

24. 如申請專利範圍第21項之裝置，其進一步包含：

該等複數個衰減函數各包含一不同的衰減時間常數及一不同的係數。

10 25. 一種用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其包含：

一頻寬控制器，其包含：

一主動頻寬調整機構；

15 一控制器，其利用一演算法來控制該主動頻寬調整機構，該演算法係包含：

以該雷射系統操作對於該雷射系統中所產生且譜線窄化之雷射光脈衝的波前隨其入射在該頻寬調整機構上時之衝擊之一模型為基礎來實行短期頻寬控制；

20 以調整該氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量為基礎來實行長期頻寬控制。

26. 一種用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構，其包含：

一頻寬控制器，其包含：

一主動頻寬調整機構；

一控制器，其利用一演算法來控制該主動頻寬調整
5 機構，該演算法係包含：

以一回應熱負荷的時間平均數變化對於雷射系統
光學串的至少一部分之頻寬起伏之模型為基礎之一正
向饋給控制函數。

27. 一種用於控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸
10 出光脈衝中的頻寬之氣體放電雷射系統頻寬控制機構
，其包含：

一頻寬控制器，其包含：

一短期暫態補償機構，其包含：

一主動頻寬調整機構，其包含一散佈性光學元件，
15 該散佈性光學元件可操作以選擇用於該雷射輸出光脈
衝之一中央波長且進一步包含一具有一可調整式波前
形狀之入射表面其中可由一描繪對於該入射表面的一
選定曲率之頻寬響應之曲線來代表對於圍繞該選定中
央波長的一頻譜的頻寬之效應；

20 一頻寬控制器演算法，其以雷射系統操作對於入射
在該頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之
一模型為基礎來實行頻寬熱暫態矯正；

一長期頻寬控制演算法，其包含：

調整該氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物

中的一鹵素氣體含量。

28. 一種用於操作一氣體放電雷射系統頻寬調整機構以控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝的頻寬之方法，其包含：

5 利用一頻寬控制器，其包含：

 一短期暫態補償方法，其包含：

 利用一包含一散佈性光學元件之主動頻寬調整機構，該散佈性光學元件可操作以對於該雷射輸出光脈衝選擇一中央波長且進一步包含一具有一可調整式波前
10 形狀之入射表面其中可由一描繪對於該入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線來代表對於一圍繞該選定中央波長之頻譜的頻寬之效應；

 利用一頻寬控制器演算法，該頻寬控制器演算法以雷射系統操作對於入射在該頻寬調整機構的表面上之
15 雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎來實行頻寬熱暫態矯正；

 一長期頻寬控制方法，其包含：

 調整該氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量。

20 29. 如申請專利範圍第28項之方法，進一步包含：

 在其中該響應相對較具線性之曲線的一區中從該入射表面的曲率變化所引發之頻寬變化來衍生該模型及在其中該響應相對較具非線性之雷射系統的一所需要操作範圍中使用該模型。

30. 如申請專利範圍第28項之方法，進一步包含：

該長期係包含鹵素氣體再充填之間的一時間。

31. 如申請專利範圍第29項之方法，進一步包含：

該長期係包含鹵素氣體再充填之間的一時間。

5 32. 一種用於操作一氣體放電雷射系統頻寬調整機構以控制氣體放電雷射系統中所產生之一雷射輸出光脈衝的頻寬之方法，其包含：

利用一頻寬控制器，其包含：

一短期暫態補償方法，其包含：

10 利用一包含一散佈性光學元件之主動頻寬調整機構，該散佈性光學元件可操作以對於該雷射輸出光脈衝選擇一中央波長且進一步包含一具有一可調整式波前形狀之入射表面其中可由一描繪對於該入射表面的一選定曲率之頻寬響應之曲線來代表對於一圍繞該選定
15 中央波長之頻譜的頻寬之效應；

利用一頻寬控制器演算法，該頻寬控制器演算法以雷射系統操作對於入射在該頻寬調整機構的表面上之雷射光的波前之衝擊之一模型為基礎來實行頻寬熱暫態矯正；

20 一長期雷射參數控制方法，其包含：

調整該氣體放電雷射系統中之一雷射氣體混合物中的一鹵素氣體含量。

33. 如申請專利範圍第32項之方法，進一步包含：

在其中該響應相對較具線性之曲線的一區中從該

入射表面的曲率變化所引發之頻寬變化來衍生該模型
及在其中該響應相對較具非線性之雷射系統的一所需
要操作範圍中使用該模型。

34. 如申請專利範圍第32項之方法，進一步包含：

5 該長期係包含鹵素氣體再充填之間的一時間。

35. 如申請專利範圍第33項之方法，進一步包含：

 該長期係包含鹵素氣體再充填之間的一時間。