

公告本

申請日期	89.9.21
案 號	89115610
類 別	H01S3/25:3/036

(以上各欄由本局填註)

A4
C4

456083

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	能量利用效率佳之平版印刷術雷射
	英 文	ENERGY EFFICIENT LITHOGRAPHY LASER
二、發明 人	姓 名	(1)加馬瑞拉拉吉 G. 派德瑪邦杜 (2)派拉許 P. 達斯 (3)湯姆 A. 瓦生 (4)派洛·桑寶
	國 籍	(1)斯里蘭卡 (2)(3)美 國、(4)義大
三、申請人	住、居所	(1)美國加州聖地牙哥市卡明諾可多米茲15772號 (2)美國加州維斯塔市巴塞歐德安薩街2029號 (3)美國加州卡斯巴德市沙利斯柏利街4427號 (4)美國加州聖地牙哥市法律街1444號
	姓 名 (名稱)	美商·希瑪股份有限公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖地牙哥市維迪坎普街16750號
	代 表 人 姓 名	羅伯 P. 艾金斯



裝

訂

線

456083

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權
1999,08,04 09/368,208
1999,10,18 09/420,297

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本案為申請案第09/368,208號，申請日1999年8月4日，名稱「自動氟控制系統」之部份連續案，該案又為申請案第09/016,525號，申請日1998年1月30日，名稱「準分子雷射之氟控制系統」以及申請案第09/034,870號，申請日1998年3月4日，名稱「準分子雷射之脈衝能控制」之部份連續案。本發明係關於準分子雷射及特別係關於控制準分子雷射的雷射氣體之設備及方法。

發明背景

準分子雷射為眾所周知。準分子雷射的一大用途係提供積體電路光刻術的光源。目前以相當量用於積體電路光刻術之準分子雷射類型為KrF雷射，產生波長248毫微米之紫外光。類似的準分子雷射以及ArF雷射提供193毫微米之紫外光。此等雷射典型係以脈衝模式於脈衝速率例如1,000赫至4,000赫。雷射束係於雷射腔室產生，腔室含有經由雷射氣體於二細長電極間放電形成的增益中質，二電極長約28吋且分開約5/8吋。放電係藉施加高電壓例如約20,000伏跨電極產生。用於KrF雷射，雷射氣體典型為約1%氬，0.1%氟及約99%氙。用於ArF雷射，氣體典型為約3至4%氬，0.1%氟及96至97%氙。二例中，為了達成約1,000赫至4,000赫的高脈衝速率，氣體必須以每秒約500至2,000吋速度介於電極間循環。

氟為目前已知最具反應性的元素，氟於放電期間變成游離時甚至反應性更高。須特別小心用於此等雷射腔室材料，例如鍍塗裝鋁其可與氟合理地相容。進一步雷射腔

五、發明說明(2)

室以氟前處理而於雷射腔室壁內側上形成鈍化層。但即使特別小心，氟仍與側壁以及其它雷射組件反應結果造成氟相當定期被耗盡。耗用的速率依據多種因素決定，但對某種指定雷射而言係於其有用壽命的特定時間，耗用速率主要係依據雷射操作時的脈衝速率以及負載因數決定。若雷射未操作，則耗用速率實質上降低。若氣體未循環，則耗用速率更進一步減低。為了彌補此種耗用，典型係以約1至3小時間隔注入新氟。替代注入純氟，典型係於KrF雷射注入1%氟，1%氬及98%氬之混合物。例如於典型用於光刻術的1000赫KrF準分子雷射，注入用以補償氟耗盡的氟、氬、氬混合物之用量係由雷射未操作而雷射氣體未循環時之約每小時10 scc至雷射以1000赫連續運轉時的每小時約500 scc。當腔室風扇循環雷射氣體但雷射未點燃時，典型注入速率為約每小時120 scc。

「scc」單位表示「標準立方厘米」。其它常用以描述特定容積氟用量的單位有氟百分比(%), 每百萬份份數(ppm)及千巴斯卡；後者偶爾表示氟氣體混合物分壓(原因在於氟注入雷射腔室之量典型(直接或間接)係由注入1%氟氣體混合物時測得的腔室壓力增高決定)。1%氟氣體混合物使用每小時320 scc注入速率相當於氟濃度經2小時時間由約0.10%耗用而降至約0.087%。以純氟克數測量氟於2小時的實際耗用量於2小時時間約10毫克，對應於高於320 scc/小時氟氣體混合物注入速率(亦即2小時間隔時間注入640 scc 1%氟氣體混合物)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

用於積體電路光刻術，典型操作模式要求具有恆定脈衝能之雷射脈衝，例如10毫焦/脈衝於約1000赫至4000赫以叢發例如約300脈衝(於1,000赫之維持時間約300毫秒)外加至晶圓，各叢發間的無效時間為數分之一秒至數秒。操作模式可每日連續24小時，每週連續7日經歷數個月，排程停機時間進行維修，例如每週一次或每兩週一次停機8小時。因此此等雷射極為可靠且實質上不易故障。

典型用於光刻術之KrF及ArF準分子雷射，於氟濃度約0.08%(800份/百萬或約24千巴斯卡氟氣體雷射分壓)至約0.12%(1,200份/百萬或約36千巴斯卡)之實質範圍可獲得高品質可重複再現的脈衝，具有預定脈衝能約10毫焦/脈衝。於正常雷射操作範圍，產生預定脈衝能要求的放電電壓隨著氟濃度的增加而升高(假定其它雷射參數保持約略恆定)。第1圖顯示對10毫焦及14毫焦之恆定脈衝能，放電電壓與氟濃度間之典型關係。15千伏至20千伏之放電電壓典型係藉回授系統控制，回授系統計算產生預定雷射脈衝能所需放電電壓(於脈衝壓縮-放大電路)需要的充電電壓(約550伏至800伏之範圍)，放電電壓粗略與充電電壓成比例。因此回授電路送出550伏至800伏之「指令電壓」信號給電源供應器提供充電電壓脈衝。

先前技術典型係利用放電電壓與氟濃度間的關係來維持恆定脈衝能而與氟的連續耗用無關。先前技術準分子雷射之放電電壓可極為快速準確地改變，且可以電子回授控制而維持恆定脈衝能。過去證實準確精密地控制氟濃度

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

相當困難。因此於典型先前技術KrF及ArF雷射系統，允許氟濃度降低經歷約1至4或5小時時間，此時充電電壓係藉回授控制電路調節(因而放電電壓也被調節)俾維持約略恆定的脈衝能輸出。約1至數小時時間隔時間，氟以數秒鐘的短暫注入時間定期注入。如此，於正常操作時，氟濃度由(例如)約0.10%經歷約1至數小時時間遞減至約0.09%，而於相同時間，放電電壓由例如約600伏增至約640伏。於1至數小時時間結束時(此時電壓已經漂移高達約640伏)結束時注入氟，將氟濃度調整為約0.10%，回授控制(維持恆定脈衝能)自動將電壓降回600伏。此項基本過程典型重複數日。因雷射氣體的污染經歷數日時間逐漸累積，故希望間隔約5至10日以新雷射氣體實質上更換全部雷射氣體。圖2說明前述先前技術氟注入技術。電壓值表示控制電壓指令之平均值，而間接表示實際充電電壓之平均值。

前述先前技術今日可有效用於提供此種準分子雷射於製造環境下長時間可靠地操作。但若干雷射參數例如頻寬、束外廓及波長可能受放電電壓及氟濃度實質上擺盪的影響。

曾經提出及申請專利多種技術用以測量及控制準分子雷射之氟濃度於比較前述先前技術提供之氟濃度更狹窄的範圍。此等技術通常未能商業化。

某些情況下，積體電路光刻術可使用一種特殊抗光蝕劑，其需要用於固化的能量遠比一般所需更低。例如抗光蝕劑平均需要50毫焦/平方厘米用於硬化，但特殊抗光

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

蝕劑僅須20毫焦/平方厘米。簡單技術減少於晶圓上各點的脈衝數目。例如若於晶圓上提供50毫焦/平方厘米需要40個每脈衝10毫焦的脈衝，則對於極為敏感的抗光蝕劑僅須16脈衝來提供20毫焦/平方厘米。但隨著脈衝數目的減少，非期望的總劑量穩定性也增高。其它解決之道係維持40脈衝但減少脈衝能的輸出或衰減雷射束。降低典型先前技術雷射的脈衝能輸出至低於其最理想能量，通常導致操作效率減低以及當然，就界定上衰減雷射束將減低系統的總體效率。

需要有一種於使用具有實質敏感度範圍的抗光蝕劑的光刻術環境下，操作帶有能量效率之光刻術雷射之經濟方法。

發明概述

本發明提供一種準分子雷射系統附有自動氟控制系統俾允許對氣體放電雷射腔室之氟濃度做精確控制。

申請人發現數參數例如脈衝能穩定性、波長穩定性及頻寬對氟濃度的變化極為敏感。由經驗上也習得隨著雷射的老化，產生最多所需雷射束參數組合的氟濃度也將變異。又如背景乙節所述，眾所周知氟濃度降低將導致放電電壓升高，雷射壽命被高放電電壓及高氟濃度縮短。如此須審慎選擇氟濃度用以確保良好束參數且達成長的雷射壽命。此項選擇涉及智慧型折衷決策，一旦做出折衷決策，則氟濃度的「甜蜜地點」被決定，其表示最期望的氟濃度範圍。當作出此項甜蜜地點決定時，要緊地須在氟濃度的

五、發明說明(6)

甜蜜地點以內操作雷射。此點之進行方式須使用電腦控制系統監視雷射參數，決定 $\Delta E/\Delta V$ (脈衝能隨電壓的改變)，以及基於 $\Delta E/\Delta V$ 自動精確控制氟濃度而無需實際量測氟濃度。

本發明特別可用於使用具有寬廣敏感度範圍之抗光蝕劑的光刻術環境。本發明允許於寬廣脈衝能輸出範圍以實質上最大效率操作雷射。

較佳具體實施例中，設置歧管系統，其可用以趨近於連續注入氟之速率之速率而準確注入小量(稱做「顯微注射」)。

圖式之簡單說明

第1圖為線圖顯示於典型商用KrF或ArF準分子雷射之放電電壓與氟濃度間之典型關係。

第2圖為線圖顯示廣為人使用之先前技術氟濃度控制方法。

第3A及3B圖為脈衝能及 $\Delta E/\Delta V$ 呈充電電壓之函數線圖。

第4圖為流程圖說明氟控制之演繹法則。

第5圖為方塊圖驗證本發明之較佳具體實施例。

第6圖為一組圖表顯示使用本發明之較佳具體實施例所得測試結果。

第7A及7B圖為線圖顯示劑量穩定性相對於脈衝數之關係。

第8圖顯示雷射束衰減對產量的影響。

五、發明說明(7)

第9圖顯示本發明之較佳具體實施例對產量的影響。

第10、11及12圖為申請人所得測試資料作圖，顯示較佳雷射可於寬廣範圍操作而效率無顯著耗損。

較佳具體實施例之詳細說明。

本發明之較佳具體實施例係經由參照附圖說明。

基於 $\Delta E/\Delta V$ 做顯微注射

第3A圖為對帶有氟濃度28千巴斯卡及24千巴斯卡之KrF雷射，脈衝能相對於充電電壓之典型線圖。第3B圖為線圖顯示對相同兩種氟濃度值， $\Delta E/\Delta V$ 隨充電電壓之變異。如線圖指示， $\Delta E/\Delta V$ 之絕對值(對應恆定脈衝能E)隨著氟而改變比隨充電電壓遠更一致變化。如第3B圖指示，於氟濃度由24千巴斯卡至28千巴斯卡經歷寬廣充電電壓值範圍，由氟濃度變化產生的 $\Delta E/\Delta V$ 值變化相當一致，約25%。

基於此項發現，申請人開發氟控制技術，設計用以經由監控參數 $\Delta E/\Delta V$ 而維持雷射於預定甜蜜地點操作，參數 $\Delta E/\Delta V$ 表示脈衝能隨充電電壓之變化。

如背景乙節討論，用於製造積體電路的步進器及掃描器設備作為光源的準分子雷射的較佳操作模式稱做「叢發模式」。於此模式，雷射以例如約300脈衝的「叢發」於1000赫至4000赫之脈衝速率操作，各300脈衝叢發照射直徑約8吋的晶圓上約2或4平方厘米的單一曝光位置。典型一片晶圓上有多個(例如約85個)曝光位置，各位置對應一或多個積體電路。各叢發以閒置時間例如0.3秒隔開。於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（8）

例如涵蓋85個曝光位置的85「叢發」後，雷射可閒置較長時間約9秒，同時新晶圓藉步進器或掃描器移動定位。先前技術能量控制演繹法則視圖對各脈衝調整充電電壓，因此於一叢發內的總能量隨該叢發內脈衝能的最小變異保持恆定。各脈衝的特定充電電壓及脈衝能係藉電腦控制系統監測。即使雷射控制試圖維持脈衝能恆定（以及維持總叢發能恆定），於各叢發期間，脈衝能及特定充電電壓由顯著脈衝與脈衝間的變異。因此電腦容易經程式規劃而決定脈衝能 E 及充電電壓 V 之平均值，求出 $\Delta E/\Delta V$ 值。由於典型每叢發由約300脈衝以每秒1000至4000脈衝的速率導來，故須在短時間內加總大量 $\Delta E/\Delta V$ 值且求平均才能獲得良好統計數字因而可以高度準確度決定 $\Delta E/\Delta V$ 值。

找到甜蜜地點

為了找到預定氟「甜蜜地點」，雷射於各種氟濃度操作，同時測量性能參數，例如對預定雷射脈衝能所需的能量穩定性、頻寬及充電電壓。決定可獲得最合所需的參數組合之氟濃度範圍。測量對應甜蜜地點之脈衝能 E ，充電電壓 V 及 $\Delta E/\Delta V$ 值。決定氟注入至 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 。電腦設置演繹法則，於雷射生產操作期間，每當 $\Delta E/\Delta V$ 測量值降至或低於 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 時即要求做氟顯微注入。較佳具體實施例中，演繹法則也揭示其它特定雷射參數，若有任何非合規參數則致動警報及/或建立替代氟注入處理。

第4圖為流程圖說明本發明之較佳具體實施例，其於雷射操作期間基於 $\Delta E/\Delta V$ 測量值提供氟之顯微注射。於本

五、發明說明(9)

具體實施例，如方塊60、62及64所示，雷射於各種氟濃度操作而決定預定操作甜蜜地點。甜蜜地點係由 $\Delta E/\Delta V$ 之較佳值及 $\Delta E/\Delta V$ 範圍($\Delta E/\Delta V$ 範圍約略對應於由單次顯微注射氟導致 $\Delta E/\Delta V$ 的改變)決定。表示 $\Delta E/\Delta V$ 範圍最小值之稱做 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 值經決定且儲存於電腦記憶體。於本較佳具體實施例也建立 $(E/V)_i$ 值，表示 E/V 範圍的下限，但 E/V 範圍實質上比由顯微注射造成的 $\Delta E/\Delta V$ 範圍更大(例如大兩倍)。第4圖之其餘方塊係有關當雷射於製造模式用作為積體電路光刻術的光源操作時的氟控制。 E/V 及 $\Delta E/\Delta V$ 值係由電腦控制決定，若 $\Delta E/\Delta V$ 降至低於 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 則要求顯微注射。一次注射後對雷射提供兩分鐘的時間使其穩定隨後重新建立控制過程。只要 $\Delta E/\Delta V$ 係於甜蜜地點以內，則雷射控制將繼續監測 $\Delta E/\Delta V$ 。演繹法則也查核 E/V ，若 E/V 參數降至低於 $(E/V)_i$ 則請求注入。通常不會發生，但如66所示，發現異常事件時對操作員發出警報。當 E/V 超過 $(E/V)_i$ 時警報於68關閉。雖然圖中未顯示，但可插入額外常式於演繹法則俾允許雷射控制於所需情況例如 V 值過高時迴圈超出本演繹法則。

有若干技術可用於決定 $\Delta E/\Delta V$ 值而用於控制程式。申請人使用數種模式進行實驗，包括使用1000值的平均(拋棄負值)以及使用1000值模式。申請人也藉定期變更電壓達約2伏獲得單一較大 ΔE 及 ΔV 值，而實驗測量 $\Delta E/\Delta V$ 。各技術所得結果約略相等。

利用離型 $\Delta E/\Delta V$ 氟控制演繹法則所得測試結果顯示於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(10)

第6圖。於此項驗證期間，電壓控制於約20伏以內而注入間隔時間約1小時。注入期間連續做雷射照射。如圖所示，全部規格參數皆維持於極限範圍內。由更小量顯微注射甚至可獲得更精準的控制(例如如下示，於約3至5分鐘間隔可做極小量注射，其可經歷長時間操作獲得幾乎恆定的氣濃度及充電電壓)。

最理想雷射效率

如本說明書之背景乙節指出，積體電路光刻術使用具有不等敏感度的抗光蝕劑。敏感度的選擇係依據光刻術的製程控制以及每小時預定晶圓產出量決定。由於抗光蝕劑敏感度變化的結果，外加至晶圓各照明點的總能量也須改變。硬化抗光蝕劑需要的能量變化因數可達3，例如由20毫焦/平方厘米變化至60毫焦/平方厘米。雷射供應的總能量劑量為每脈衝能乘以脈衝數的乘積。例如典型先前技術光刻術系統使用需要50毫焦/平方厘米來硬化的抗光蝕劑，50毫焦/平方厘米可以脈衝數N，每個脈衝提供約50毫焦/平方厘米/N至各照射點提供。例如40脈衝，各脈衝有能量含量10毫焦，聚焦於抗光蝕劑的被照射部份而產生每脈衝各照射點約1.25毫焦/平方厘米。40脈衝共提供總晶圓計量50毫焦/平方厘米。

於業界現況光刻術系統，儘管從事均化努力，但雷射脈衝能以及各脈衝內部皆有變異，外加至晶圓的各被照射部份的各點能量有變化。已經確立的減少此種變異技術係設計光刻術系統及方法使各照射點接收大量個別脈衝。

五、發明說明(11)

來自雷射的劑量能的變異測量稱做「劑量能穩定性」。劑量能穩定性測量係於一特殊脈衝「窗」的最高及最低劑量除以目標劑量。此等數目以百分比表示。稱做劑量穩定性。實驗證據顯示劑量穩定性與脈衝數間有 $1/N$ 關係。例如第7A及7B圖顯示由50叢發所得測試資料，每叢發有500脈衝KrF雷射於約10毫焦/脈衝操作。能量穩定性係使用窗大小為各叢發由10脈衝至110脈衝計算，然後對各脈衝大小獲得能量穩定性平均值。於第7A圖劑量穩定性係以窗之函數作圖，而於第7B圖相同資料係以窗大小的倒數之函數作圖。

由第7A及7B圖顯然易知為了維持各個照射點的劑量合理地穩定，脈衝數須於至少約30至50脈衝之範圍。

光刻術機器例如掃描器及步進器典型經最理想化而於接近總光刻術系統的最大速率操作，其中考量產品品質及其它因素。於標線片的掃描機器，關鍵因素為掃描速度 S ，該速度為矩形圖樣掃描跨標線片而於晶圓的對應圖樣提供適當照射的速度。對一指定脈衝能及重複速率而言，掃描速度 S 決定於各照射點的能量密度(例如以毫焦/平方厘米單位表示)。

如此例如若掃描機被最理想化而於晶圓上提供晶圓劑量 WD 為50毫焦/平方厘米，雷射最理想化而產生10毫焦/脈衝，以及光刻術師希望使用可以20毫焦/平方厘米硬化的抗光蝕劑，則光刻術師可採用的辦法有(1)提高掃描速度達因數2.5，(2)衰減雷射束達因數2.5或(3)降低脈衝能

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

達因數2.5。提高掃描速度，減少脈衝數，可能造成的能量穩定性未增滿意，理由說明如前。衰減雷射束造成浪費。降低脈衝能除非使適當進行降低，否則可能導致雷射於最理想範圍以外操作。

第8圖顯示衰減雷射束因應配合四種不同抗光蝕劑敏感度對產量的影響。

最佳辦法係降低脈衝能，同時維持雷射效率於最理想或接近最理想效率，提高重複速率及增加掃描速度。結果顯示於第9圖。

較佳具體實施例利用一種雷射，例如述於美國專利申請案第09/157,067號，申請日1998年9月18日，併述於此以供參考。第10圖為測試資料，顯示雷射可於每秒1500脈衝至每秒2500脈衝之範圍內以每脈衝的脈衝能8毫焦操作而效率並無可察覺地改變。

第11圖為申請人所得實際測試資料作圖，顯示於5毫焦/脈衝至8毫焦/脈衝之能量範圍劑量穩定性可維持恆定。

第12圖顯示於每秒1500脈衝至每秒2500脈衝之重複速率範圍，能量穩定性也實質上維持恆定。

如此使用本發明，光刻術師可匹配雷射性能與抗光蝕劑敏感度而未減損雷射效率。此外，抗光刻術師使用本發明可利用較低敏感度來獲得提高晶圓產出量而未減損雷射效率，也未對劑量穩定性造成任何顯著不良影響。

氟注入設備

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(13)

氟耗盡

如第5圖所示之雷射腔室1包含20.3升雷射氣體。如前文對KrF雷射所述，及名目組成為1.0%氬，0.1%氟及差額為氬。0.1%氟表示於3大氣壓約0.0020升或2毫升氟容積。就重量術語而言，雷射腔室之氟名目量為約8克(81毫克)。氟分壓為280巴斯卡，純氟(對應1%氟混合物約28千巴斯卡)。使用雷射於負載因數約40%(光刻術雷射的典型)操作的正常操作期間，氟係以約每小時3.3毫克的速率耗盡(相當於每小時耗用約5%腔室的氟)。就純氟之分壓而言，氟之名目耗盡速率為約每小時1.45巴斯卡。為了使用1%氟氣體混合物補償此耗盡，相當於每小時約1.15千巴斯卡容積混合物加至腔室內。

如背景乙節所述，氟之耗盡速率完全不恆定。若雷射風扇運轉但未照射雷射，則氟的耗盡速率減約對半。若風扇關閉，則氟之耗盡速率減至40%負載因數耗盡速率至約1/4。於100%負載因數，耗盡速率約為40%負載因數耗盡速率之加倍。

第5圖顯示一種系統，其提供自動控制且設計成以低抵約3至5分鐘間隔時間準確控制週期性氟注射。如前述，對典型近代1000赫、10毫焦光刻術KrF準分子雷射而言，於40%負載因數操作之氟耗盡速率為約每小時3.3毫克或每分鐘55微克。此項氟濃度的減低要求每小時800伏或每5分鐘約66伏的放電電壓(假設未添加氟)。例如以5分鐘時間電壓由約18,000伏增至約18,066伏為典型例。此項放電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

電壓的增高可藉提高高壓充電電壓達對應增量(例如由568伏至582伏)完成。如此若甜蜜地點係對應於10毫焦脈衝能為575伏充電電壓，則第5圖系統被程式規劃成視需要調整充電電壓而控制脈衝能至每脈衝10毫焦直到 $\Delta E/\Delta V$ 測量值降至 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 為止(由於氟耗盡結果)。此時約注入290微克氟，其改良雷射效率，故脈衝能放電電壓回授電路自動造成電壓降至約568伏，然後隨著氟的進一步耗盡，電壓將再度逐漸升高至582伏，此時要求另一次注入。甜蜜地點為約2%名目電壓，如第6圖所示，比較第2圖顯示之先前技術有極大改良，先前技術之電壓擺盪約8%。如前述，即使進行更小量注射常見進一步減少電壓及氟的擺盪。

氣體置換

前述過程基本上係以幾乎連續基準置換被耗盡的氟。由於氟氣體來源僅為1%氟，故以接近連續基準置換腔室的部份氙及氬。雖言如此，即使部份雷射氣體實質被連續置換，但於此種模式操作結果導致雷射氣體的污染物積聚而降低雷射效率。此項效率減低要求其為漸進長時間提高電壓及/或提高氟濃度俾維持所需脈衝能。因此理由故，正常使用先前技術系統作業提示雷射須週期性關閉俾實質完全做氣體更換。此項實質完全的氣體更換稱做重新填裝。此段期間係基於雷射脈衝數例如兩次重新填裝間100,000,000脈衝決定，或重新填裝時間可基於前次重新填裝經過的日曆時間或脈衝與日曆時間二者的組合決定。又重新填裝時間可由於特定氟濃度時預定輸出需要的充電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(15)

電壓幅度決定。較佳於重新填裝後須對「甜蜜地點」重新測試。又於兩次填裝間須定期進行甜蜜地點測試，故若甜蜜地點改變則操作員將了解新的甜蜜地點何在。

重新填裝可使用第5圖所示系統達成，如後述。閥10、6、15、12、17及4關閉，閥6及12開啟，真空幫浦13運轉，雷射腔室被幫送至絕對壓力低於13千巴斯卡(介於腔室1與真空幫浦13間可設置直接幫送管路來允許快速減壓)。閥12關閉。打開閥6，來自緩衝器瓶16的1%氬、99%氬緩衝氣體加至腔室而填裝至50°C的壓力相當於262千巴斯卡為止。注意對此20.3升雷射腔室而言，溫度校正對於偏離50°C之腔室溫度可使用 $\Delta P/\Delta T$ 校正至1千巴斯卡/°C近似值。故若腔室溫度為23°C則將填裝至247千巴斯卡)。閥17關閉而閥15開啟，來自富鹵素氣瓶14的定量1%氟、1%氬、98%氬混合物加至腔室1而填裝至壓力相當於50°C為290千巴斯卡(注意使用前述相同溫度修正)。如此於腔室內產生約0.1%氟、1.0%氬及98.9%氬組成的氣體混合物。當腔室加熱至約50°C時壓力將為約3大氣壓或290千巴斯卡。

雖然已經根據某些較佳具體實施例說明本發明之細節，但業界人士可做出多種修改及變化。業界人士了解前文就KrF準分子雷射所述原理同等適用於ArF準分子雷射。準分子雷射設計業界人士也了解回授控制系統可以實質上即時基礎蓄意用於變更氟濃度，其目的或為產生具有時間變化的雷射束，或用於維持雷射束參數恆定目的，該種情況下將選用氟變化來補償某些效應，否則該等效應將於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(16)

雷射束輸出造成時間變異。如此隨附之申請專利範圍意圖涵蓋落入本發明之真諦及範圍內的所有此等修改及變化。

元件標號對照

1...雷射腔室

13...真空幫浦

16...緩衝氣體瓶

4, 6, 10, 12, 15, 17...閥

14...富鹵素氣體瓶

60-8...方塊

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 能量利用效率佳之平版印刷術雷射)

一種準分子雷射系統帶有一自動氟控制系統俾允許精確控制一氣體放電雷射腔室的 F_2 「甜蜜地點」的氟濃度。此係使用一種電腦控制系統進行，該系統監視雷射參數，決定 $\Delta E/\Delta V$ ，脈衝能隨電壓之變化，且致動精確地基於 $\Delta E/\Delta V$ 控制氟濃度而無需真正測量氟濃度。

本發明特別可用於使用具有寬廣敏感度範圍之抗光蝕劑的光刻術環境。本發明允許雷射於寬廣脈衝能輸出範圍以實質上最大效率操作。

英文發明摘要(發明之名稱： ENERGY EFFICIENT LITHOGRAPHY LASER)

An excimer laser system with an automatic fluorine control system to permit precise control of the fluorine concentration within an F_2 "sweet spot" in a gas discharge laser chamber. This is done with a computer control system which monitors laser parameters, determines $\Delta E/\Delta V$, the change of pulse energy with voltage, and automatically and precisely controls the fluorine concentration based on $\Delta E/\Delta V$ without the need to actually measure the fluorine concentration.

The present invention is especially useful in lithography environments in which photo resist having a wide range of sensitivity are used. The present invention permits operation of the laser at substantially maximum efficiency over a wide range of pulse energy outputs.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

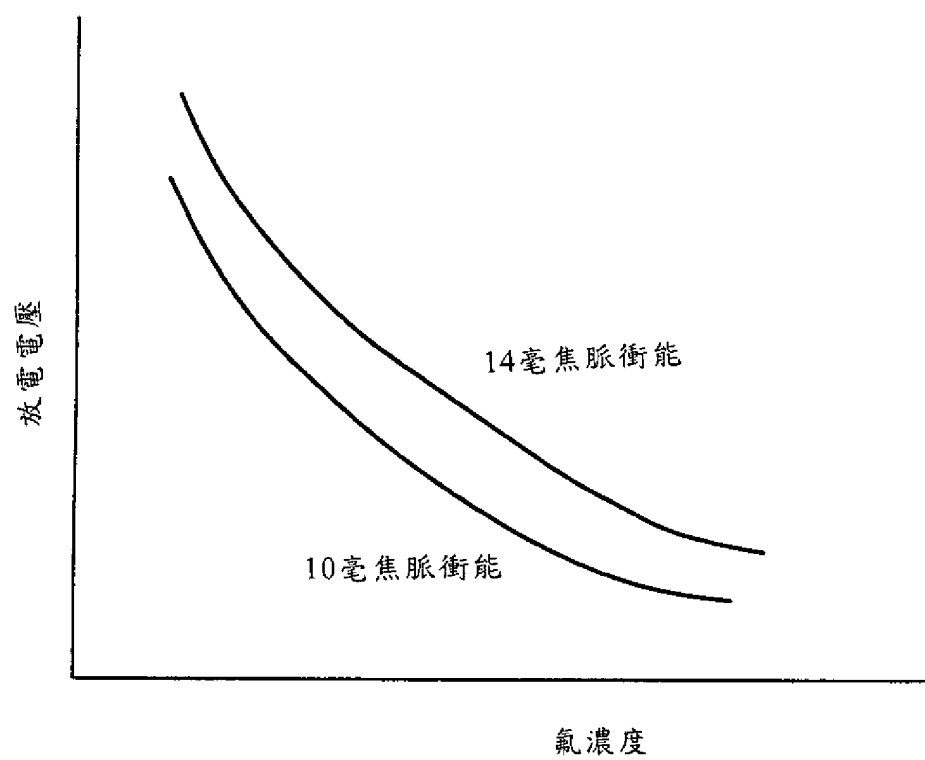
裝

訂

線

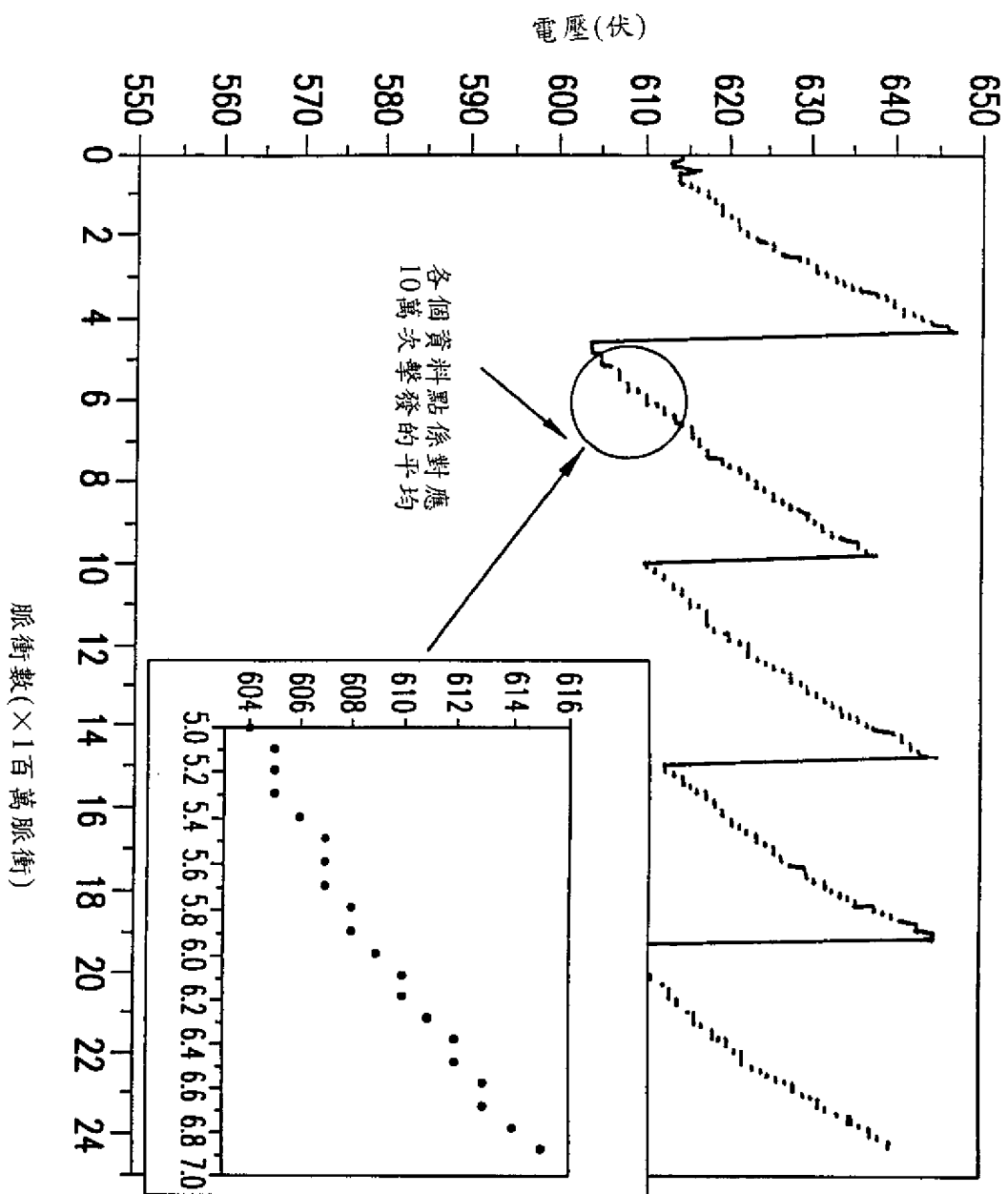
六、申請專利範圍

1. 一種控制氣體放電雷射之方法，該雷射可於寬廣脈衝能及重複速率範圍操作俾因應配合抗光蝕劑敏感度的變化而未有雷射效率或劑量穩定性的實質耗損，該方法包含下列步驟：
 - A)於各種氟濃度操作雷射及決定雷射參數俾決定較佳操作範圍；
 - B)決定於較佳操作範圍內的 $\Delta E/\Delta V$ ；
 - C)決定 $\Delta E/\Delta V$ 注入值 $(\Delta E/\Delta V)_i$ ；以及
 - D)於雷射操作期間，當 $\Delta E/\Delta V$ 降至或低於 $(\Delta E/\Delta V)_i$ 時注入定量氟。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中氟之注入量係小於5毫克。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該方法為自動且係由一電腦處理器控制，該電腦處理器係使用氟控制演繹法則做程式規劃。

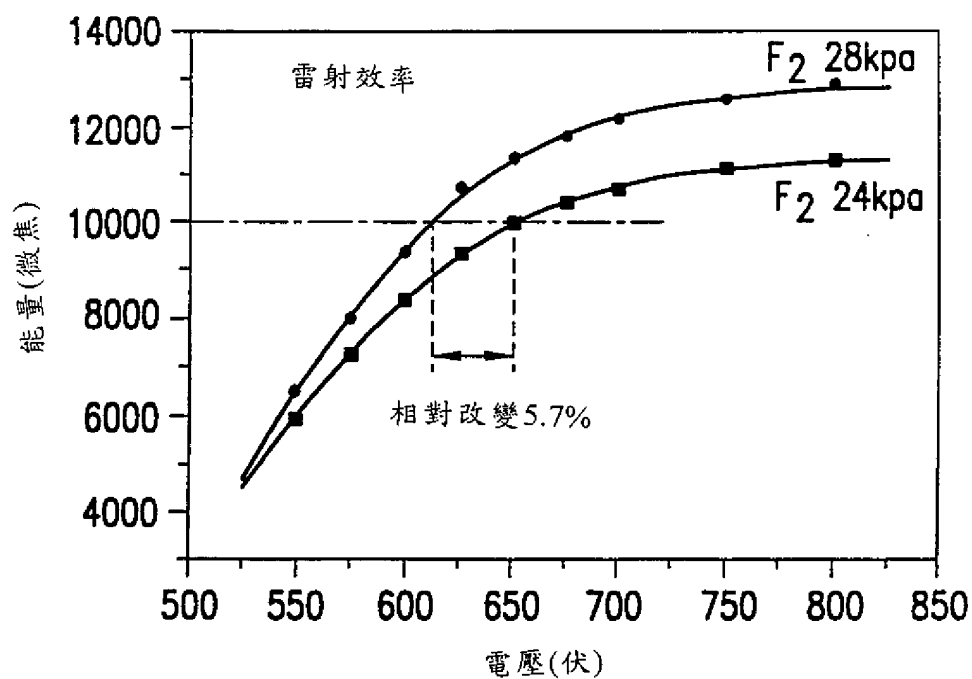


第 1 圖

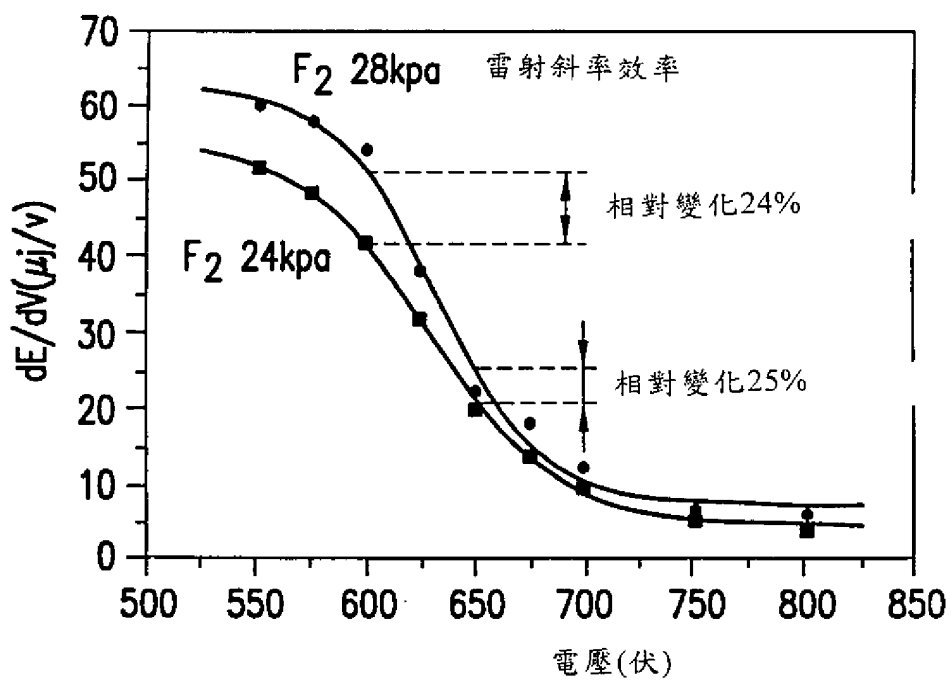
SSI期間的電壓表現



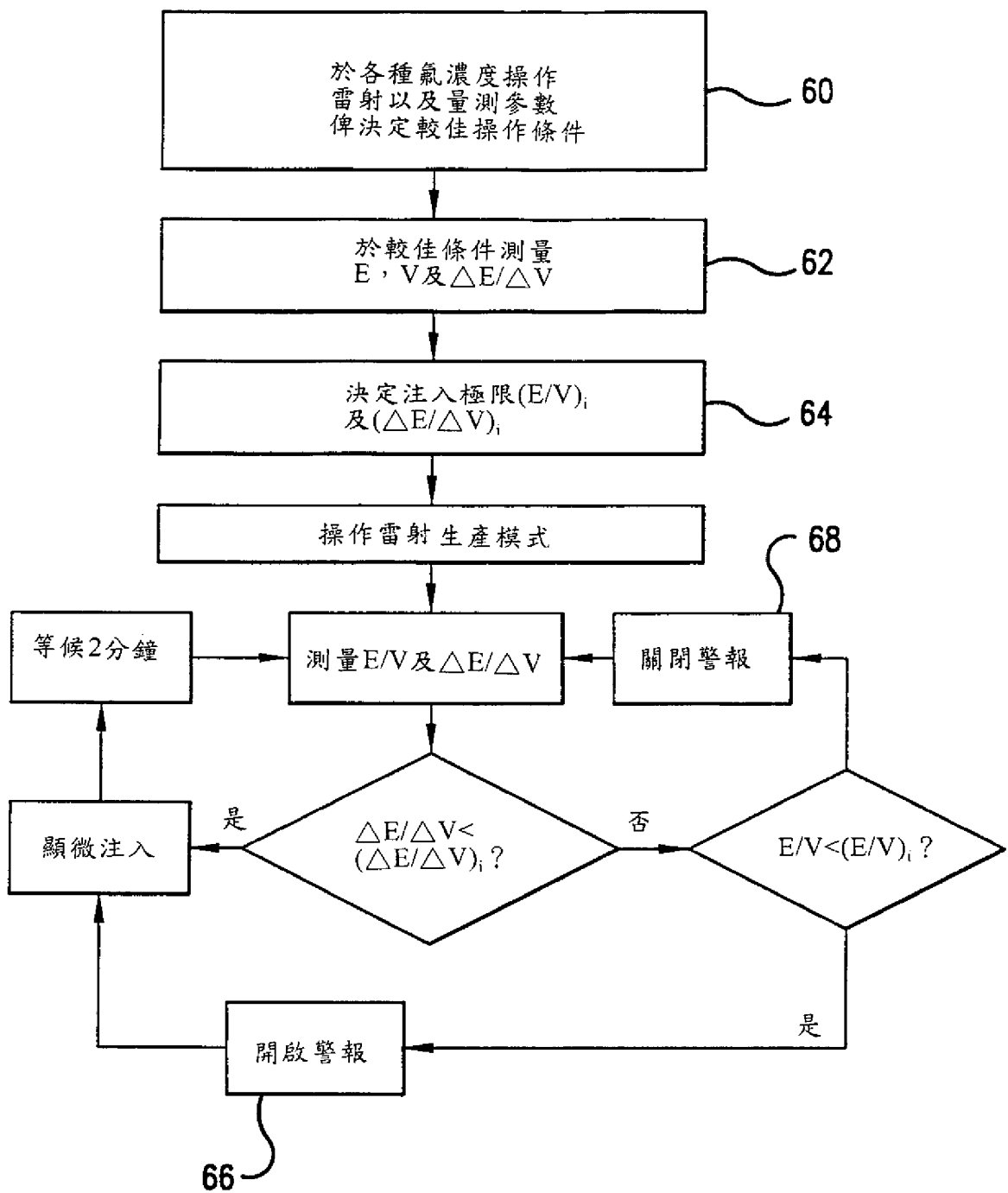
第 2 圖



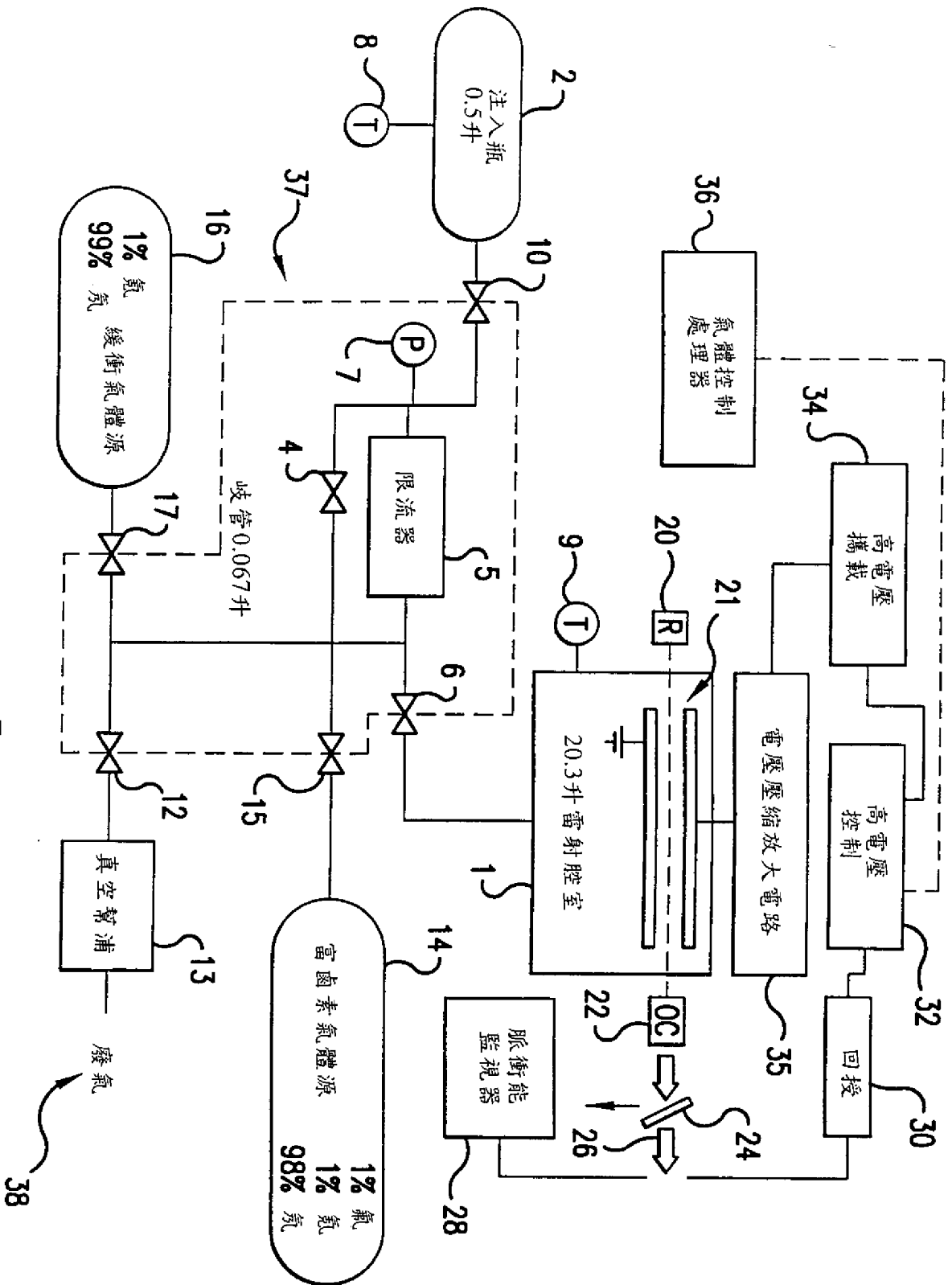
第 3A 圖



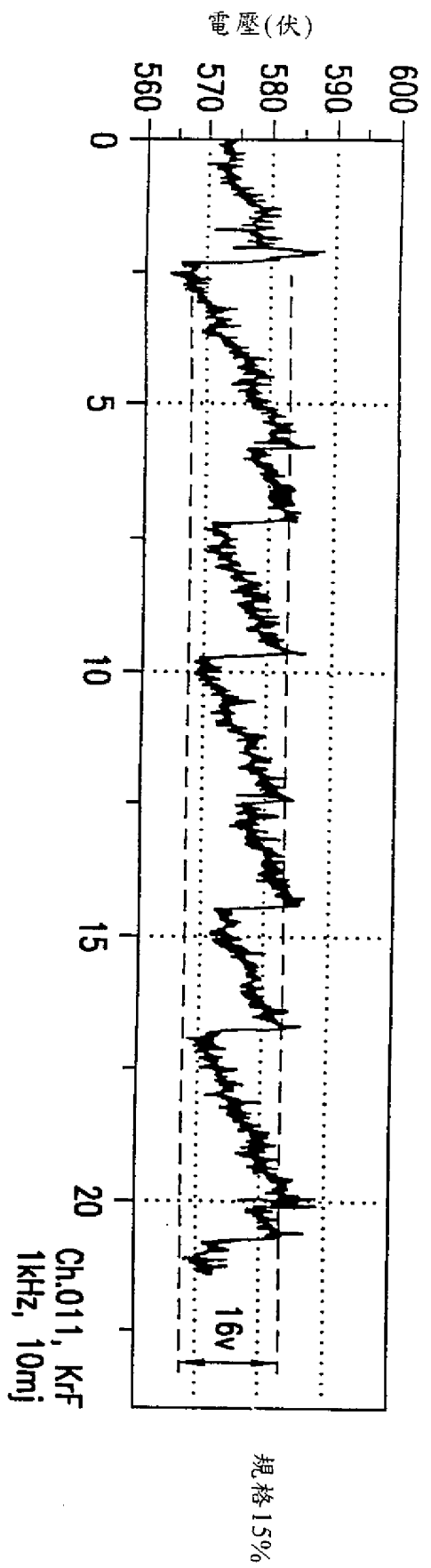
第 3B 圖



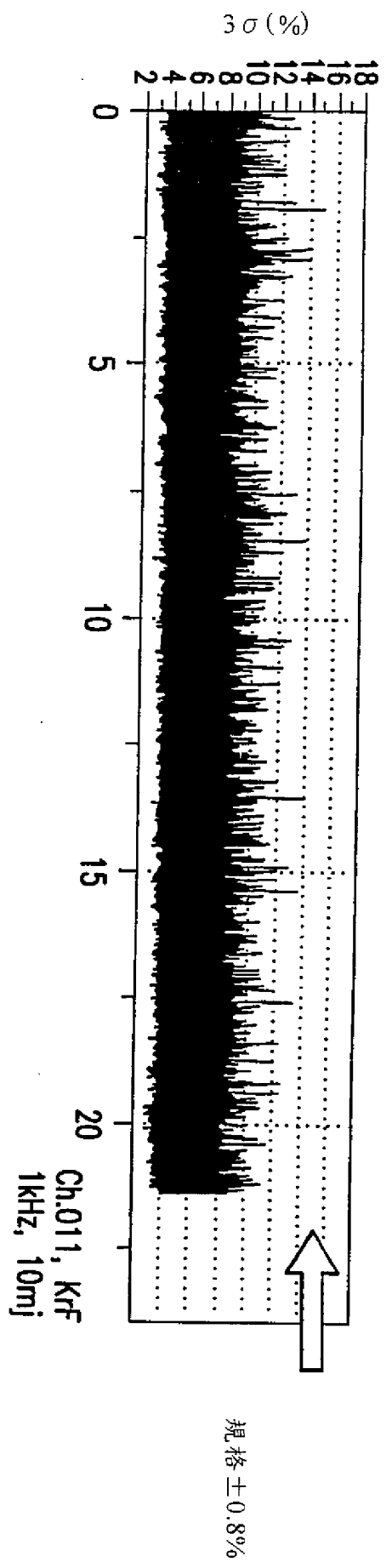
第 4 圖



第 5 圖

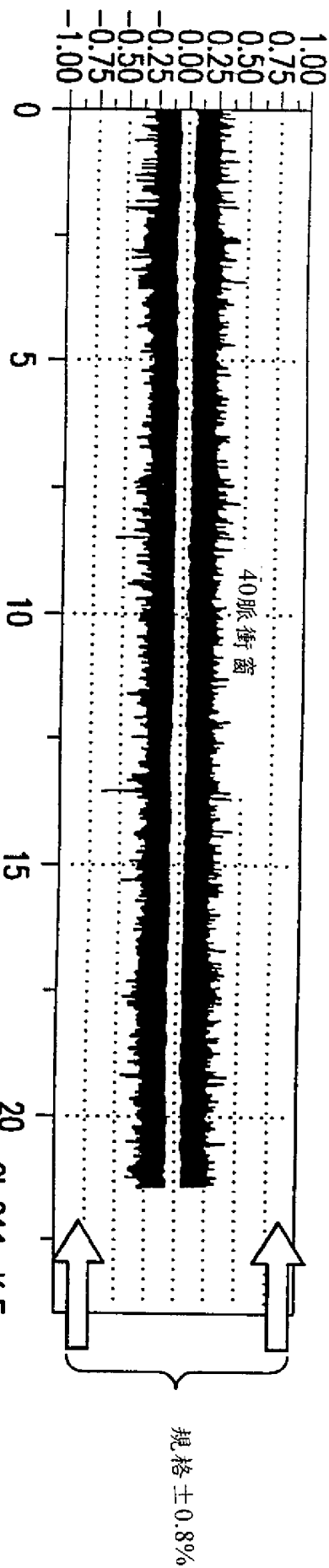


第 6A 圖



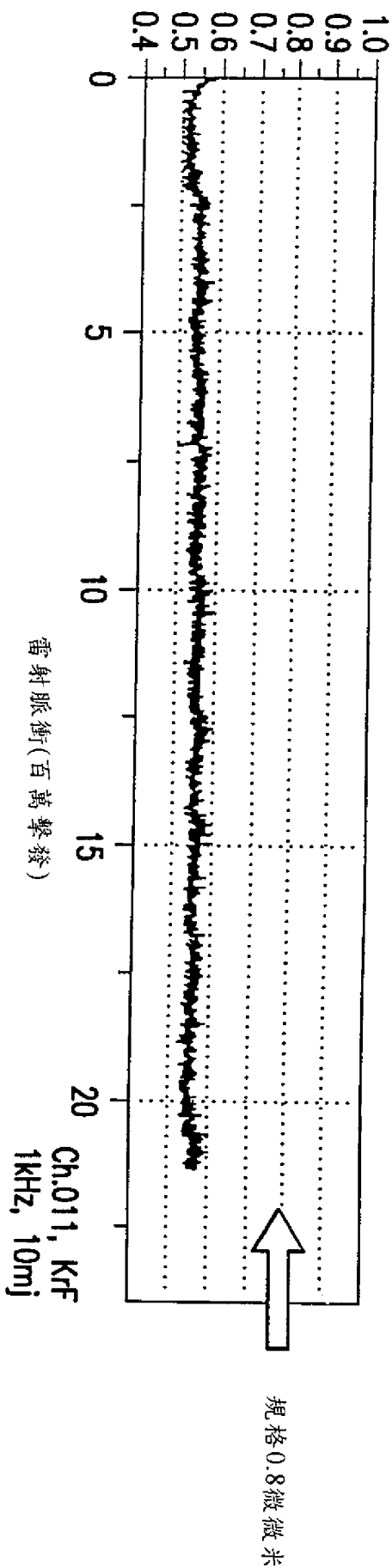
第 6B 圖

劑量誤差(%)



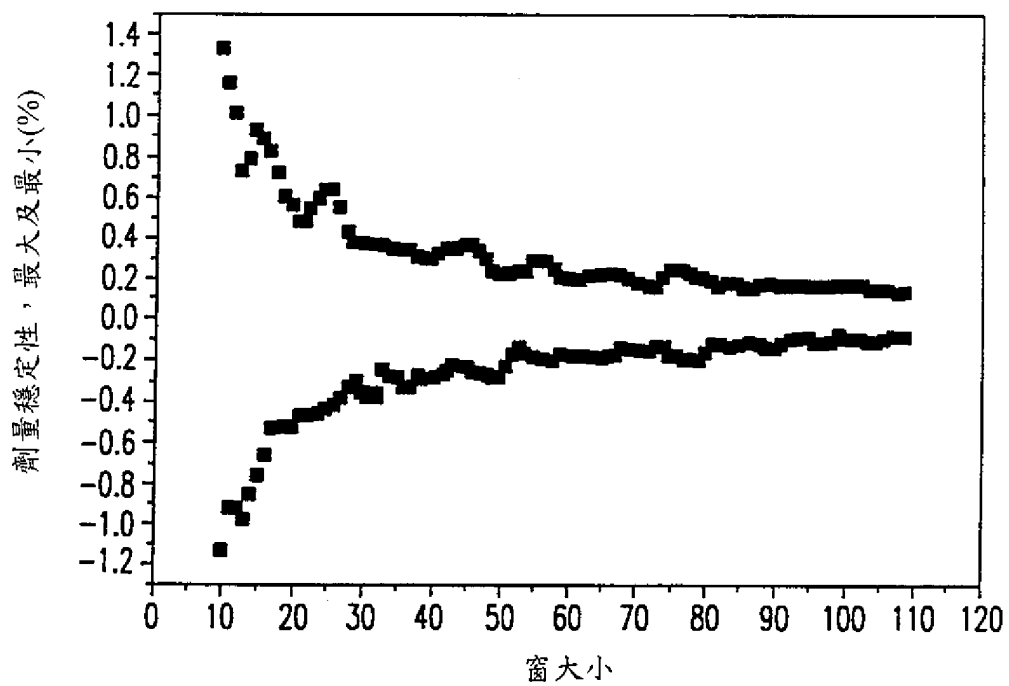
第6C圖

線寬(微微米)

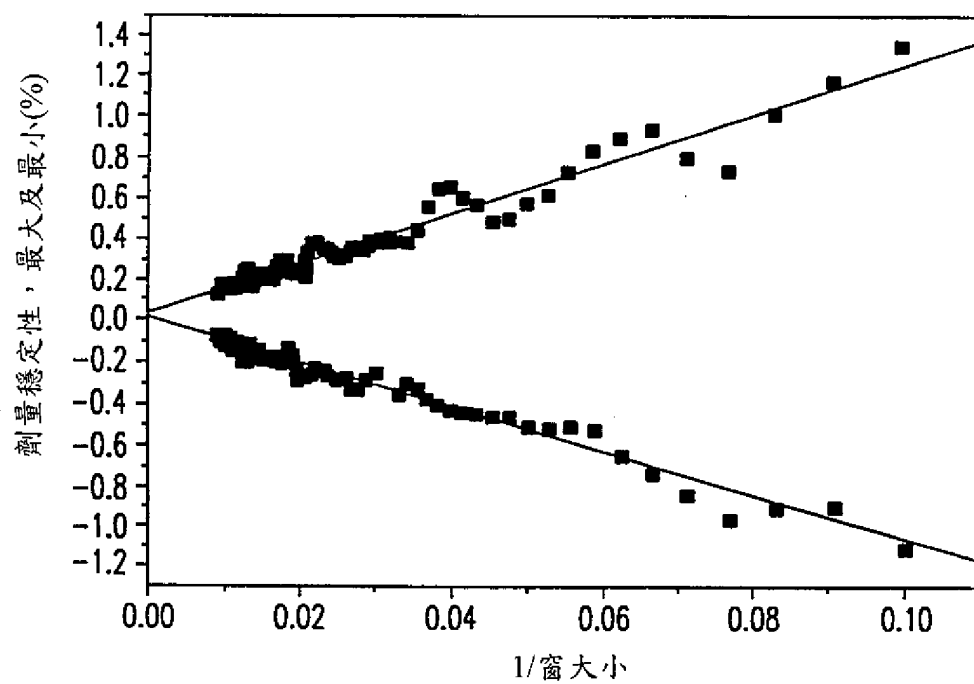


第6D圖

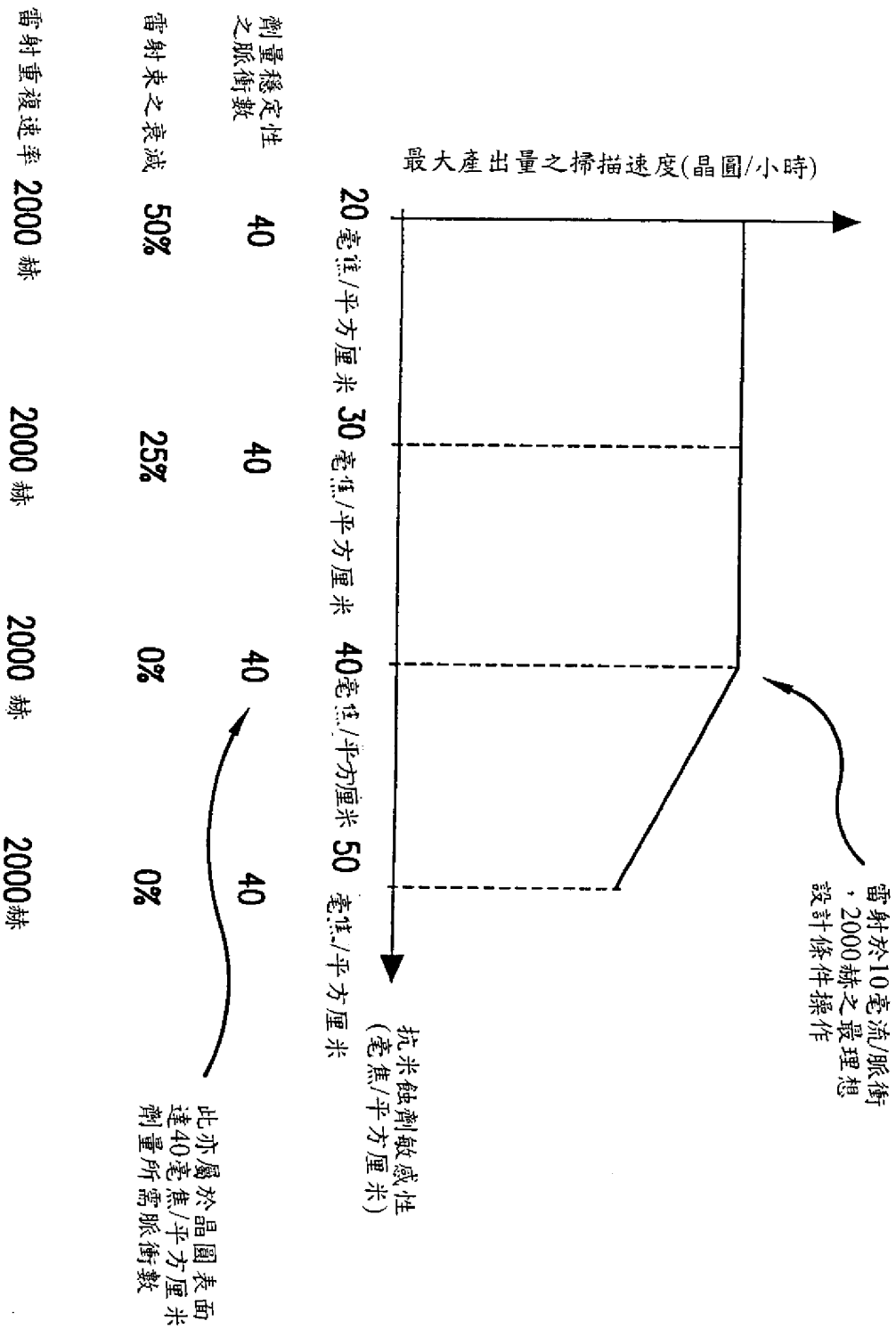
雷射脈衝(百萬擊發)



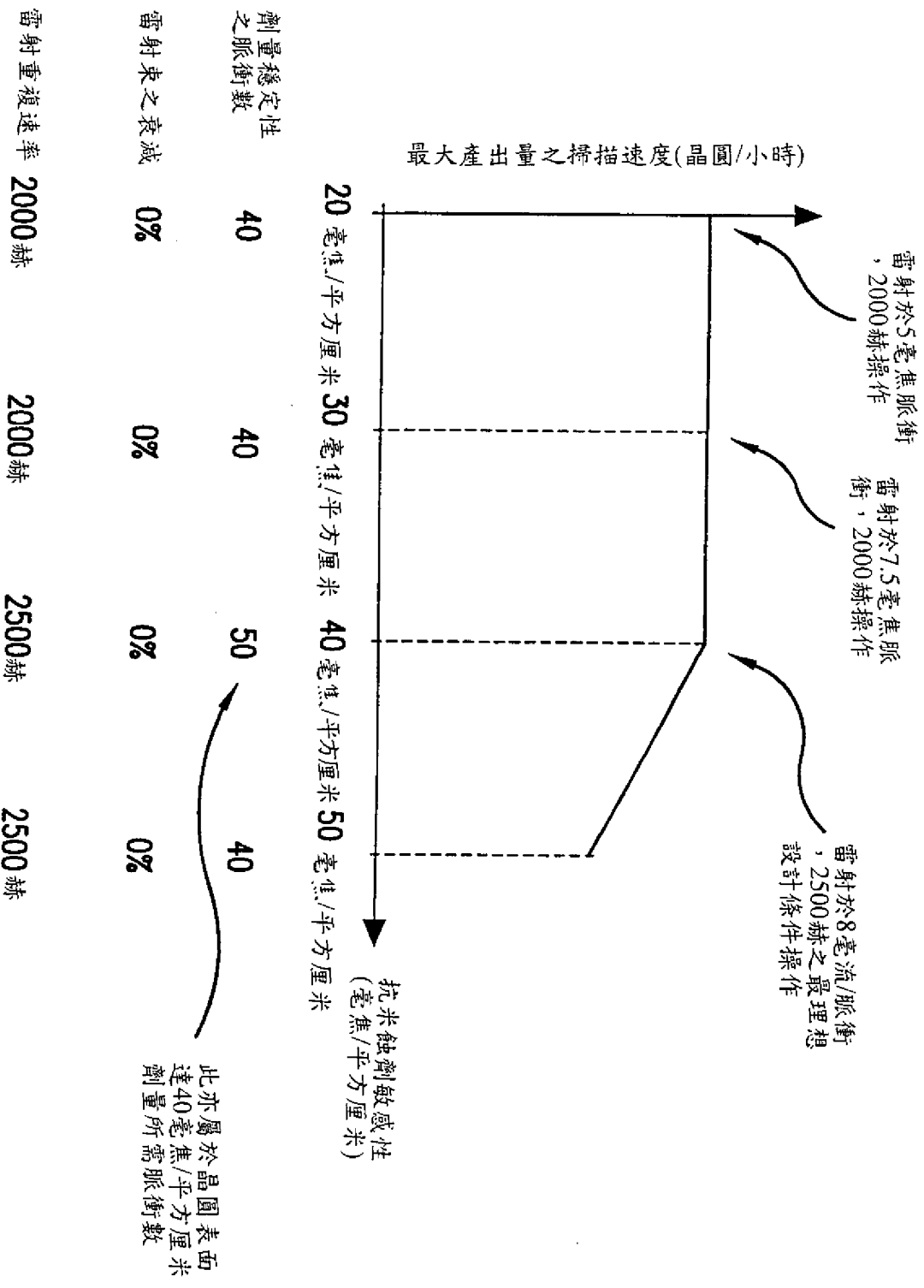
第 7A 圖



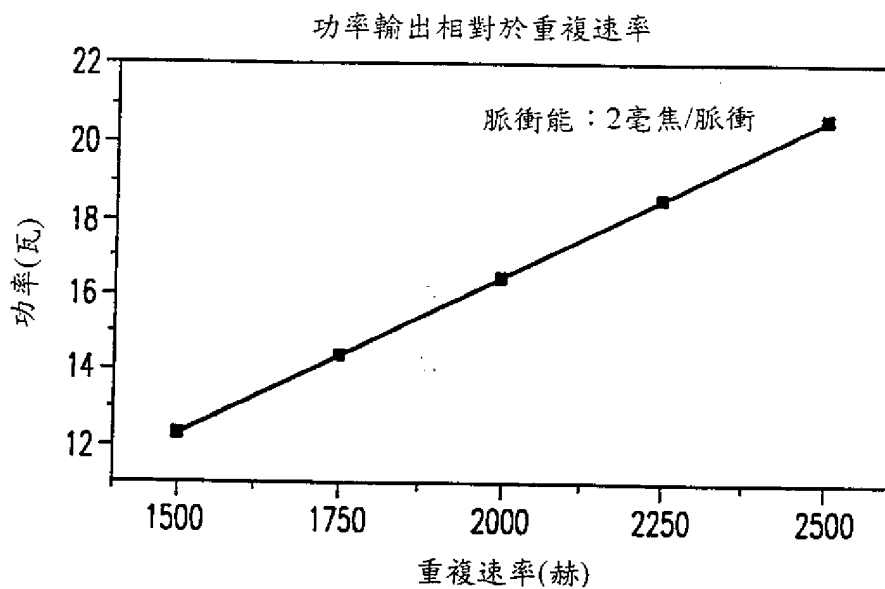
第 7B 圖



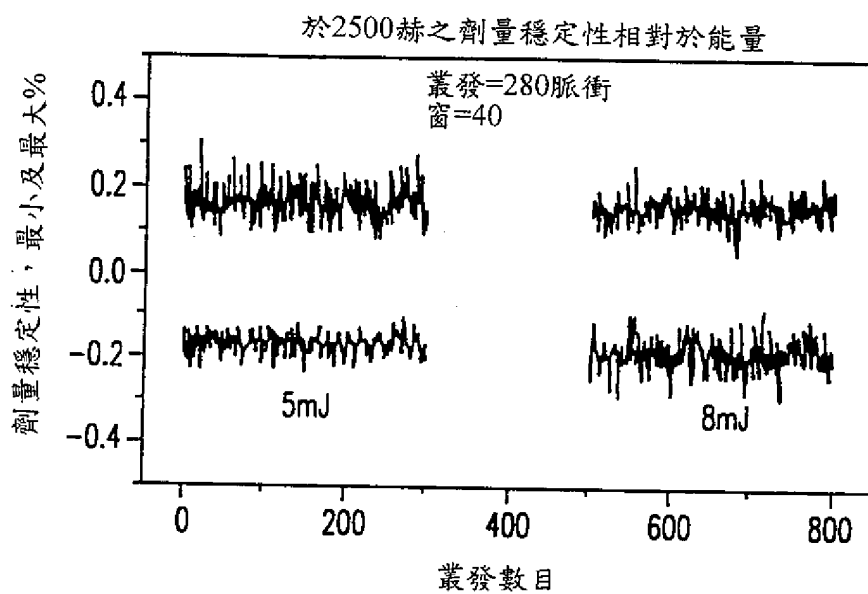
第 8 圖



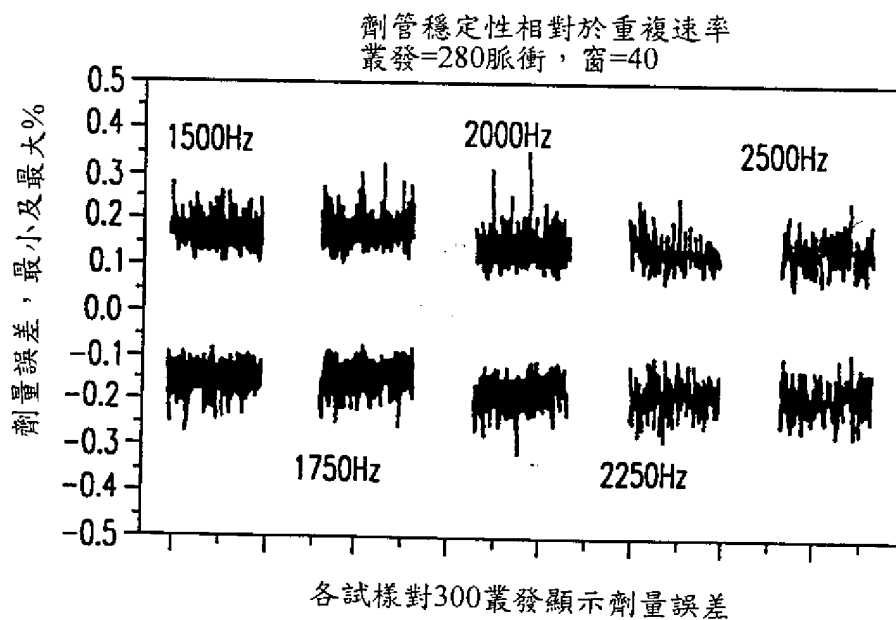
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖