

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： 96144909

※ 申請日期： 96.11.27

※IPC 分類：

H01S 3/11 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

全光纖型被動式 Q-切換雷射

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立成功大學/National Cheng Kung University

代表人：(中文/英文)

賴明詔/LAI, MING-CHIAO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南市大學路一號/No1. Ta-Hsueh Road, Tainan City, Taiwan

國 籍：(中文/英文)

中華民國/R.O.C.

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

蔡宗祐/TSAL, TZONG-YOW

國 籍：(中文/英文)

中華民國/R.O.C.

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：

☐ 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】

本發明係關於一種 Q-切換雷射，尤指一種提高增益光纖和飽和吸收光纖的核心直徑(核心面積)比值之全光纖型被動式 Q-切換雷射。

【先前技術】

所謂 Q-切換雷射即是高功率脈衝雷射，而 Q-切換則是產生高功率脈衝光的技術。Q-切換的技術又分主動式和被動式。被動式 Q-切換技術是使用一可飽和吸收的材料，放置於雷射共振腔內，雷射一經激發即可自動產生高功率脈衝光，因此被動式 Q-切換雷射又稱飽和吸收 Q-切換雷射。相較於主動式 Q-切換雷射，飽和吸收 Q-切換雷射結構簡單、體積小、成本低。缺點是飽和吸收 Q-切換的材料不易取得。

由於光纖的諸多優點，光纖型雷射是一新興熱門的研究主題。目前市面上最常見的 Q-切換光纖雷射，大多數仍是採用光纖外部 Q-切換裝置，即雷射光需要先離開光纖，經過主動或被動 Q-切換處理之後，再將光耦合進入光纖。由於一般單模光纖的核心只有約 10 μm ，不易耦合，如此的操作會造成能量損失高、Q-切換效率低、光學封裝不易和成本高等缺點。目前已發表並經實驗證實的主動式 Q-切換全光纖雷射是藉由電光特性或聲光特性達到切換作用。主動式 Q-切換全光纖雷射，顧名思義是需要外部的電子驅動設備，外加於光纖某區段上，用以改變其光學特性。這

些驅動設備必須是可快速切換電性，一般來說是相當昂貴且笨重。另外，在一些已發表的全光纖被動式 Q-切換雷射的相關文獻中，多是假設使用一些過渡金屬摻雜的特殊光纖當作飽和吸收 Q-切換，再經由模擬驗證雷射脈衝的產生，事實上這些過渡金屬摻雜的特殊光纖是很難以製作並且取得的。

美國公告第 5652756 號及美國公開第 20060007965 號之技術內容皆非全光纖型之結構，光必須先離開光纖，處理後再耦合回去光纖；而美國公告第 7130319 號之主要技術雖是全光纖型，但必須使用主動式 Q 切換元件。

故習知 Q-切換光纖雷射技術仍存有許多缺失，而有待改進，且發明一全光纖型被動式 Q-切換雷射，實為刻不容緩之課題。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種全光纖型被動式 Q-切換雷射，使容易產生全光纖型飽和吸收 Q-切換脈衝雷射，利用此雷射架構提高原光纖型飽和吸收 Q-切換脈衝雷射的 Q-切換效率，產生更高功率的脈衝光；其原理是藉由提高增益光纖和飽和吸收光纖的核心直徑(核心面積)比值，以降低兩者核心的光強度密度比值，因而達到強化 Q 切換速率之目的，且本發明結構簡單和成本低，可被廣泛應用在醫療、醫學研究、物理基礎研究和工業精密加工上，而具有極大的學術和商業價值，。

本發明之另一目的在於提供一種飽和吸收光纖，該飽

和吸收光纖可以吸收雷射波長，並且到達飽和後即不再吸收，而該飽和吸收光纖的核心直徑(或面積)比增益光纖的核心直徑(或面積)小，使得該飽和吸收光纖內的光強度密度大於增益光纖內的光強度密度，因此可加速飽和吸收光纖達到飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

本發明之又一目的在於提供一種全光纖型共振腔 (An all-fiber resonator)，該全光纖型共振腔包含光纖和光纖型元件，而該全光纖型共振腔可為駐波共振腔型式 (standing-wave resonators)，或為環型共振腔型式 (ring resonators)，該兩種共振腔體內的結構設計必須避免飽和吸收光纖吸收激發光源。

其中，飽和吸收 Q-切換的材料原必需滿足一個先決條件，即是飽和吸收材料的 absorption cross section, σ_{abs} 必需大於雷射增益材質的 stimulated emission cross section, σ_{se} 。而且兩者比值 σ_{abs}/σ_{se} 愈大，飽和吸收 Q-切換的效率愈好。本發明即是藉由提高增益光纖內核心面積 A_g 和飽和吸收光纖內核心面積 A_a 的比值，調整此一先決條件為：

$$\frac{A_g}{A_a} \times \frac{\sigma_{abs}}{\sigma_{se}} > 1$$

由於雷射光被侷限在光纖內的光纖核心 (Fiber Core) 中傳輸。藉由提高 A_g ，可降低光束在增益光纖核心內的強度密度。反之，藉由降低 A_a ，可提高光束在飽和吸收光纖核心內的強度密度。因此可加速飽和吸收光纖達到飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。所以(一)、若飽和吸收材料的 σ_{abs} 小於雷射增益材質的 σ_{se} ，本發明可藉由提高增益光

纖內核心面積 A_g 和飽和吸收光纖內核心面積 A_a 的比值，使此材料可 Q-切換雷射。因此，本發明使得飽和吸收 Q-切換材料的選擇性大幅增加。(二)、若飽和吸收材料的 σ_{abs} 略大於雷射增益材質的 σ_{se} ，本發明可藉由提高 A_g 和 A_a 的比值，使得 Q-切換效率大幅提升，產生更高功率的脈衝光雷射。

為達到上述目的之全光纖型被動式 Q-切換雷射，包含一經由一激發光源放射出的激發光波；一第一光纖光柵，設於該激發光源之輸出側；一增益光纖，設於該第一光纖光柵之輸出側；一飽和吸收光纖，設於該增益光纖之輸出側；以及一第二光纖光柵，設於該飽和吸收光纖之輸出側；其中該飽和吸收光纖之核心面積或直徑比該增益光纖之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖核心的光強度密度大於經過該增益光纖核心的光強度密度。

該飽和吸收光纖的材質可吸收該雷射波長。

該飽和吸收光纖為摻鉕光纖或其他等效之光纖。

該增益光纖為摻鉕光纖或其他等效之光纖。

該第一光纖光柵可全反射雷射波長，而該第二光纖光柵則提供一定比例反射雷射波長，剩餘比例則為雷射輸出。

【實施方式】

雖然本發明將參閱含有本發明較佳實施例之所附圖式予以充分描述，但在此描述之前應瞭解熟悉本行之人士可修改本文中所描述之發明，同時獲致本發明之功效。因此，須瞭解以下之描述對熟悉本行技藝之人士而言為一廣泛之

揭示，且其內容不在於限制本發明。

請參閱第一圖，係顯示本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 1 第一實施例之結構示意圖。本發明第一實施例之全光纖型被動式 Q-切換雷射 1 包含一經由一激發光源 2 放射出的激發光波；一第一光纖光柵 3，設於該激發光源 2 之輸出側；一增益光纖 4，設於該第一光纖光柵 3 之輸出側；一飽和吸收光纖 5，設於該增益光纖 4 之輸出側；以及一第二光纖光柵 6，設於該飽和吸收光纖 5 之輸出側。

其中，當激發光波 2 激發該增益光纖 4 時會產生一自體輻射光波和一雷射增益，經該第一光纖光柵 3 可全反射該雷射光波之波長至該第二光纖光柵 6，而於該第一光纖光柵 3 與該第二光纖光柵 6 間共振。該共振的雷射光波經該第二光纖光柵 6 一部分輸出，一部份反射繼續共振。雷射光波的形成是從自體輻射光波的放大開始。該自體輻射光波經過該增益光纖 4 會被放大，而經過飽和吸收光纖 5 會因被吸收而變小，使得自體輻射光波一開始被抑制而無法被放大成雷射。但當飽和吸收光纖 5 到達吸收飽和狀態後即不再吸收，此時自體輻射光波會在來回共振中被增益光纖 4 快速放大，而形成一雷射脈衝。該飽和吸收光纖 5 之核心面積或直徑比該增益光纖 4 之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖 5 核心的光強度密度大於經過該增益光纖 4 核心的光強度密度。如此結構設計可使飽和吸收光纖 5 快速到達吸收飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

而第一圖是最簡單的全光纖型被動式 Q-切換雷射 1，為駐波共振腔結構，其中該飽和吸收光纖 5 的材質不會吸

收該激發光源 2，該第一光纖光柵 3 是駐波共振腔的反射鏡，可以全反射該雷射光波之波長，而該第二光纖光柵 6 則提供一定比例的該雷射光波之波長反射，而剩餘比例為雷射輸出 7。

請參閱第二圖，係顯示本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 11 第二實施例之結構示意圖。本發明第二實施例之全光纖型被動式 Q-切換雷射 11 包含一經由一激發光源 12 放射出的激發光波；一分波多工器 13，設於該激發光源 12 之輸出側；一飽和吸收光纖 18，設於該分波多工器 13 之第一側 19；一增益光纖 14，設於該分波多工器 13 之第二側 15；一第一光纖光柵 16，設於該增益光纖 14 之第一側 17；以及一第二光纖光柵 20，設於該飽和吸收光纖 18 之輸出側。

其中，該分波多工器 13 先導入該激發光源 12 所發射之激發光波，且激發增益光纖 14 並避免該激發光源 12 被該飽和吸收光纖 18 吸收。該增益光纖 14 接收來自於該分波多工器 13 之激發光源會產生一自體輻射光波和一雷射增益，並由該第一光纖光柵 16 全反射來自於該增益光纖 14 之雷射光波之波長，而於該第一光纖光柵 16 與該第二光纖光柵 20 間共振。該共振的雷射光波經該第二光纖光柵 20 一部分輸出，一部份反射繼續共振。雷射光波的形成是從自體輻射光波的放大開始。該自體輻射光波經過該增益光纖 14 會被放大，而經過飽和吸收光纖 18 會因被吸收而變小，使得自體輻射光波一開始被抑制而無法被放大成雷射。但當飽和吸收光纖 18 到達吸收飽和狀態後即不再吸收，此時自體輻射光波會在來回共振中被增益光纖 14 快速

放大，而成為一雷射脈衝。該飽和吸收光纖 18 之核心面積或直徑比該增益光纖 14 之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖 18 核心的光強度密度大於經過該增益光纖 14 核心的光強度密度。如此結構設計可使飽和吸收光纖 18 快速到達吸收飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

第二圖是第一圖的變型化，本發明第一實施例及第二實施例同為駐波共振腔結構。其中該飽和吸收光纖 18 的材質可以吸收該激發光源 12。而該第一光纖光柵 16 是駐波共振腔的反射鏡，可以全反射該雷射光波之波長，而該第二光纖光柵 20 則提供一定比例的該雷射光波之波長反射，而剩餘比例為雷射輸出 21。

第三圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 31 之第三實施例之結構示意圖。本發明第三實施例之全光纖型被動式 Q-切換雷射 31 包含一經由激發光源 32 發射出的激發光波；一分波多工器 33，係導入激發光波，且激發該增益光纖 38；一飽和吸收光纖 34，設於該分波多工器 33 之第一側 35；一光循環器 36，設置於該飽和吸收光纖 34 的輸出側；一光纖光柵 37，設置於該光循環器 36 之輸出側；一增益光纖 38，設於該分波多工器 33 之第二側 39，並介於該分波多工器 33 及光循環器 36 之間。

其中，該分波多工器 33 先導入該激發光源 32 所發射之激發光波，且激發該增益光纖 38，該增益光纖 38 接收來自於該分波多工器 33 之激發光源產生一自體輻射光波和一雷射增益。該自體輻射光波經過該增益光纖 38 會被放大，而經過分波多工器 33 到達飽和吸收光纖 34 會因被吸收而

變小。經該飽和吸收光纖 34 吸收後穿透的光波至該光循環器 36，而該光波先從該光循環器 36 之端點 a 至端點 b 再到該光纖光柵 37，該光纖光柵 37 可配合該光循環器 36 將光波反射回去(從該光循環器 36 之端點 b 至端點 c)而使該光波經過該增益光纖 38 被放大，再依序循環共振。當飽和吸收光纖 34 到達吸收飽和狀態時後即不再吸收，此時自體輻射光波會在共振中被增益光纖 38 快速放大，而成為一雷射脈衝。

由於該光循環器 36 本身可排除該激發光源 32 之雷射光波之波長，因此不需考慮該飽和吸收光纖 34 可否吸收了該激發光源 32 的雷射波長。該光循環器 36 配合該光纖光柵 37 使得光波在環型共振腔只能有單一行進共振方向。而該光纖光柵 37 把一定比例的雷射光波反射回去環型共振腔內，而剩餘比例為雷射輸出 40。該飽和吸收光纖 34 之核心面積或直徑比該增益光纖 38 之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖 34 核心的光強度密度大於經過該增益光纖 38 核心的光強度密度。如此結構設計可使飽和吸收光纖 34 快速到達吸收飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

第四圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 41 之第四實施例之結構示意圖。本發明第四實施例之全光纖型被動式 Q-切換雷射 41 包含一經由一激發光源 42 放射出的激發光波；一分波多工器 43，係導入激發光波，且激發增益光纖 48；一光循環器 44，設置於該分波多工器 43 的第一側 45；一飽和吸收光纖 46，設於該光循環器 44 之輸出側；一光纖光柵 47，設置於該飽和吸收光纖 46 之輸出側；以及一

增益光纖 48，設於該分波多工器 43 之第二側 49，並介於該分波多工器 43 及光循環器 44 之間。

其中，該分波多工器 43 先導入該激發光源 42 所發射之激發光波，且激發該增益光纖 48，該增益光纖 48 接收來自於該分波多工器 43 之激發光源產生一自體輻射光波和一雷射增益。該自體輻射光波經過該增益光纖 48 會被放大。光波經過該分波多工器 43 至該光循環器 44。先從該光循環器 44 之端點 a 至端點 b，並且經過該飽和吸收光纖 46 而到該光纖光柵 47，該光纖光柵 47 可配合該光循環器 44 將雷射光波反射回去，再經過該飽和吸收光纖 46。光波兩次經過該飽和吸收光纖 46 會因被吸收而變小。光波(從該光循環器 44 之端點 b 至端點 c)，到達該增益光纖 48 被放大，再依序循環共振。當飽和吸收光纖 34 到達吸收飽和狀態時後即不再吸收，此時自體輻射光波會在共振中被增益光纖 38 快速放大，而成為一雷射脈衝。

第四圖是第三圖的改良型，本發明第三實施例及第四實施例同為環型共振腔結構。由於該光循環器 44 本身可排除該激發光源 42 之雷射波長，因此不需考慮該飽和吸收光纖 46 可否吸收了該激發光源 42 的雷射波長。該光循環器 44 配合該光纖光柵 47 使得光波在環型共振腔只能有單一行進共振方向。而該光纖光柵 47 把一定比例的雷射光波反射回去環型共振腔內，而剩餘比例為雷射輸出 50。該飽和吸收光纖 46 之核心面積或直徑比該增益光纖 48 之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖 46 核心的光強度密度大於經過該增益光纖 48 核心的光強度密度。如此結構設計

可使飽和吸收光纖 34 快速到達吸收飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

請參閱第五圖，係顯示本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 11 第二實施例之數據圖，並配合第二圖。該增益光纖 14 和該飽和吸收光纖 18 為同樣材質的摻鉕光纖，且該增益光纖 14 和該飽和吸收光纖 18 核心面積比值為 8，共振腔週期長度為 1 公尺。該飽和吸收光纖 18 的小訊號損耗 (small-signal loss) 取為 3dB，該第一光纖光柵 16 和該第二光纖光柵 20 之反射頻譜的中心波長為 1550nm、頻寬為 0.8nm、中心波長的反射率各為 100% 和 70%。該分波多工器 13 可以把 980nm 波長的激發光源 12 耦合進入共振腔並激發該增益光纖 14。模擬結果顯示此雷射設計可產生連續脈衝，脈衝之間隔約為 13ms。每一個脈衝能量約為 11.6 μ J，脈衝寬度 25.5ns。若假設輸出模態直徑為 20 μ m，則功率密度可達約 145MW/cm²。

請參閱下列表一，係顯示本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射 1、11、31、41 等四個實施例所產生的脈衝輸出，而全光纖型被動式 Q-切換雷射 1、11、31、41 均使用相同的模擬假設如下：增益光纖和飽和吸收光纖的核心面積比值 (A_g/A_a) 為 8，比值 (σ_g/σ_a) 為 1，共振腔週期長度為 1 公尺，飽和吸收光纖的小訊號損耗 (small-signal loss) 為 3dB。輸出端的光纖光柵中心波長為 1550nm、中心波長的反射率為 70%。非飽和吸收性損耗為 0.5dB。

表一

雷射架構圖式	脈衝間隔 (ms)	脈衝能量 (μJ)	脈衝寬度 (ns)	脈衝最大功率 率(Watt)	脈衝最大功率密 度(MW/cm^2)
第一圖	13	11.6	25.5	457	145
第二圖	13	11.6	25.5	457	145
第三圖	19	13	44	305	97
第四圖	11	24	22.5	1063	338

在本發明第四實施例全光纖型被動式 Q-切換雷射中，該飽和吸收光纖係置於該光纖光柵之前，可使得該飽和吸收光纖內有一上一下來回的光傳遞方向，藉此增加該飽和吸收光纖內的光強度密度，因而更強化了 Q-切換效率。本發明之共振腔體內的結構設計原則是避免飽和吸收光纖吸收激發光源。

本發明之優點在於：

1. 光纖輕便易操作。
2. 能量損失低。
3. Q-切換效率高。
4. 封裝容易。
5. 製作成本低。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟悉此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此，本發明之保護範圍，當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射之第一實施例之結構示意圖。

第二圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射之第二實施例之結構示意圖。

第三圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射之第三實施例之結構示意圖。

第四圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射之第四實施例之結構示意圖。

第五圖為本發明全光纖型被動式 Q-切換雷射第二實施例之數據圖。

【主要元件符號說明】

- 1、11、31、41---全光纖型被動式 Q-切換雷射
- 2、12、32、42---激發光源
- 3、16---第一光纖光柵
- 4、14、38、48---增益光纖
- 5、18、34、46---飽和吸收光纖
- 6、20---第二光纖光柵
- 7、21、40、50---雷射輸出
- 13---分波多工器
- 15、39、49---第二側
- 17、19、35、45---第一側
- 33、43---分波多工器
- 36、44---光循環器

200924329

37、47---光纖光柵

五、中文發明摘要：

本發明提供一種全光纖型被動式 Q-切換雷射，飽和吸收光纖可以吸收雷射波長，並且到達飽和後即不再吸收，而該飽和吸收光纖的核心直徑(或面積)比增益光纖的核心直徑(或面積)小，使得經過飽和吸收光纖核心的光強度密度大於經過增益光纖核心的光強度密度，因此可加速飽和吸收光纖達到飽和狀態，進而產生 Q-切換雷射脈衝。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

- 1.一種全光纖型被動式 Q-切換雷射，包括一雷射腔內包含有一增益光纖及一飽合吸收光纖，該飽和吸收光纖之核心面積或直徑比該增益光纖之核心面積或直徑小，使得經過該飽和吸收光纖核心的光強度密度大於經過該增益光纖核心的光強度密度。
- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中該 Q-切換雷射係為一駐波共振腔結構。
- 3.如申請專利範圍第 2 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中更包括有一經由一激發光源發射出一激發光波；
一第一光纖光柵，設於該激發光源之輸出側；
一第二光纖光柵，設於該飽和吸收光纖之輸出側；
及
其中當激發光波激發該增益光纖時會產生一自體輻射光波和一雷射增益，經該第一光纖光柵可全反射該雷射光波之波長至該第二光纖光柵，而於該第一光纖光柵與該第二光纖光柵間共振，該共振的雷射光波經該第二光纖光柵一部分輸出，一部份反射繼續共振。
- 4.如申請專利範圍第 3 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中前述飽和吸收光纖的材質不會吸收該激發光源。
- 5.如申請專利範圍第 4 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中該飽和吸收光纖和該增益光纖的位置可以互換。
- 6.如申請專利範圍第 3 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中該第一光纖光柵可全反射雷射波長，而該第二光纖光柵則提供一定比例反射雷射波長，剩餘比例則為

雷射輸出。

- 7.如申請專利範圍第 2 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中更包括有一經由一激發光源發射出一激發光波；

一分波多工器，設於該激發光源之輸出側，該飽和吸收光纖設於該分波多工器之第一側，而該增益光纖設於該分波多工器之第二側；

一第一光纖光柵，設於該增益光纖之第一側；

一第二光纖光柵，設於該飽和吸收光纖之輸出側；

及

該分波多工器先導入該激發光波，且激發該增益光纖，該增益光纖接收來自於該分波多工器之激發光源會產生一自體輻射光波和一雷射增益，並由該第一光纖光柵全反射來自於該增益光纖之雷射光波之波長，而於該第一光纖光柵與該第二光纖光柵間共振，該共振的雷射光波經該第二光纖光柵一部分輸出，一部份反射繼續共振。

- 8.如申請專利範圍第 1 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中該 Q-切換雷射係為一環型共振腔結構。

- 9.如申請專利範圍第 8 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中更包括有一經由一激發光源發射出一激發光波；

一分波多工器，使該飽和吸收光纖設於該分波多工器之第一側；

一光循環器，設置於該飽和吸收光纖的輸出側；

一光纖光柵，設置於該光循環器之輸出側，該增益光纖設於該分波多工器之第二側並介於該分波多工器及

光循環器之間；及

其中該分波多工器先導入該激發光波，且激發該增益光纖，該增益光纖接收來自於該分波多工器之激發光源，產生一自體輻射光波和一雷射增益，該光循環器配合該光纖光柵使得光波在環型共振腔只有單一行進共振方向，該共振的雷射光波經該光纖光柵一部分輸出，一部份反射繼續共振。

10.如申請專利範圍第9項所述之全光纖型被動式Q-切換雷射，其中該光循環器係使該光波行進方向只可從一端點a至一端點b，經光纖光柵反射後再從該端點b至一端點c。

11.如申請專利範圍第8項所述之全光纖型被動式Q-切換雷射，其中更包括有一經由一激發光源發射出一激發光波；
一分波多工器，係設於該增益光纖的第二側；

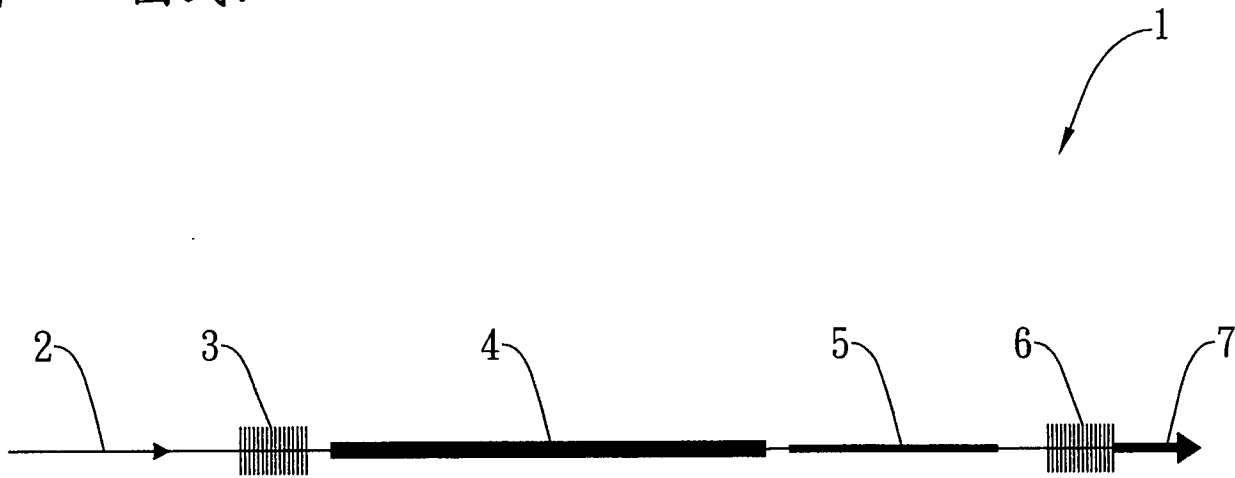
一光循環器，設置於該分波多工器的第一側，該飽和吸收光纖設於該光循環器之輸出側；及

一光纖光柵，設置於該飽和吸收光纖之輸出側，該增益光纖設於該分波多工器之第二側並介於該分波多工器及光循環器之間；及

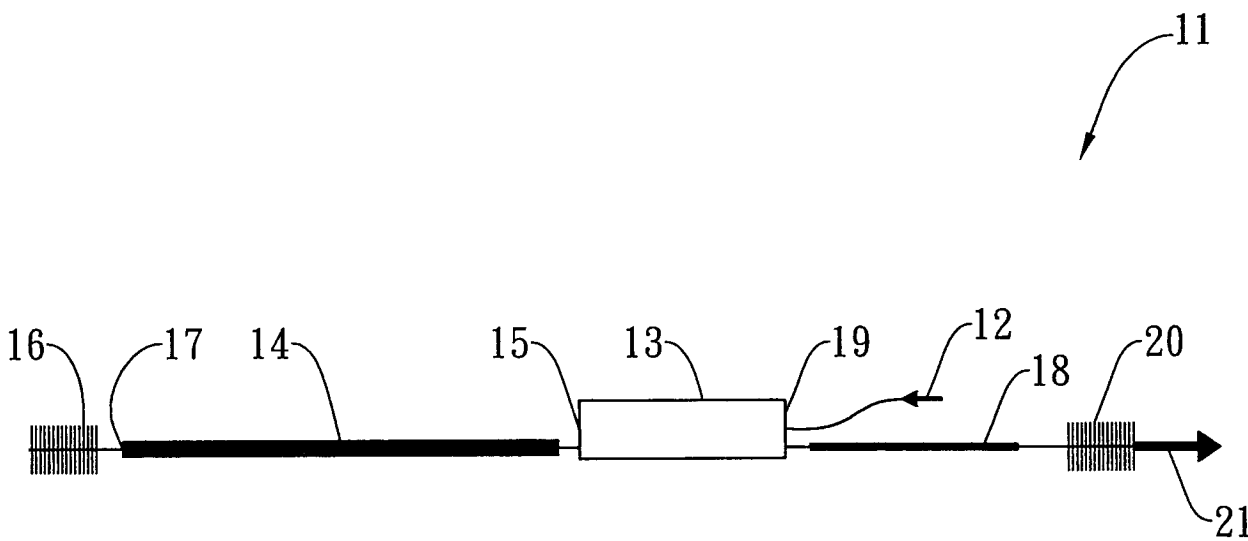
其中該分波多工器先導入該激發光波，且激發該增益光纖，該增益光纖接收來自於該分波多工器之激發光源產生一自體輻射光波和一雷射增益，該自體輻射光波經過該分波多工器至該光循環器，該光循環器配合該光纖光柵使得光波在環型共振腔只有單一行進共振方向，該共振的雷射光波經該光纖光柵一部分輸出，一部份反射繼續共振。

- 12.如申請專利範圍第 1 項所述之全光纖型被動式 Q-切換雷射，其中該飽和吸收光纖為摻鉕光纖。

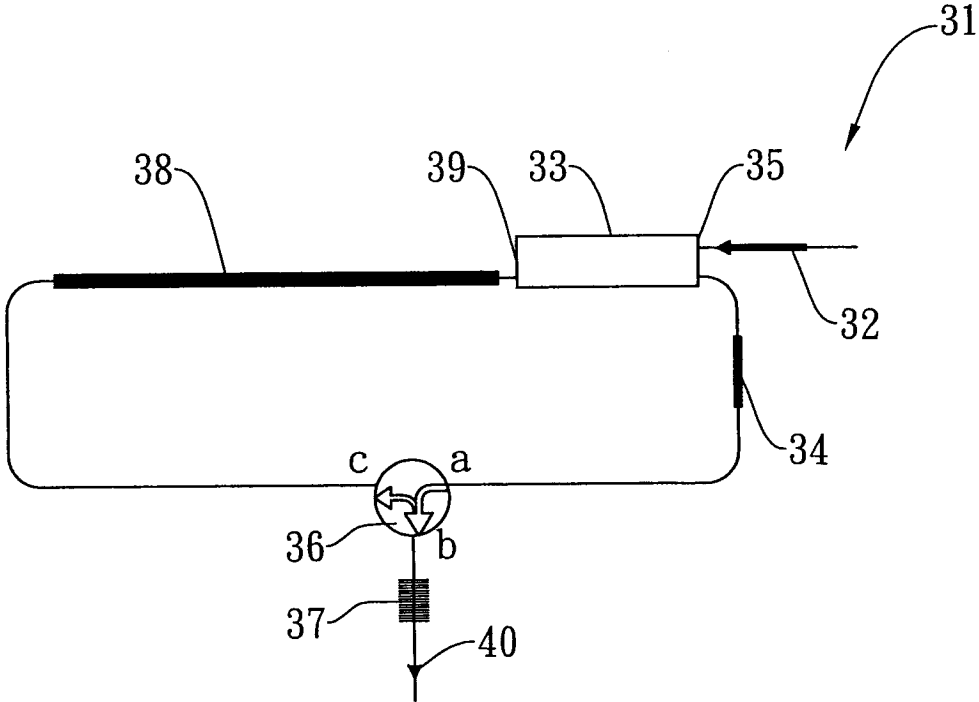
十一、圖式：



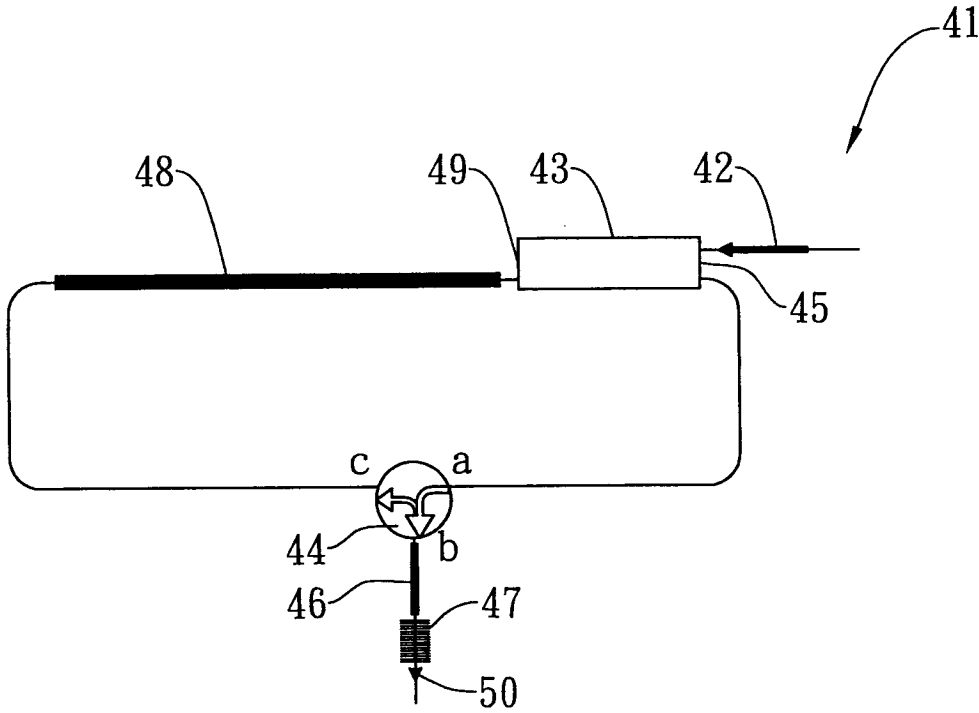
第一圖



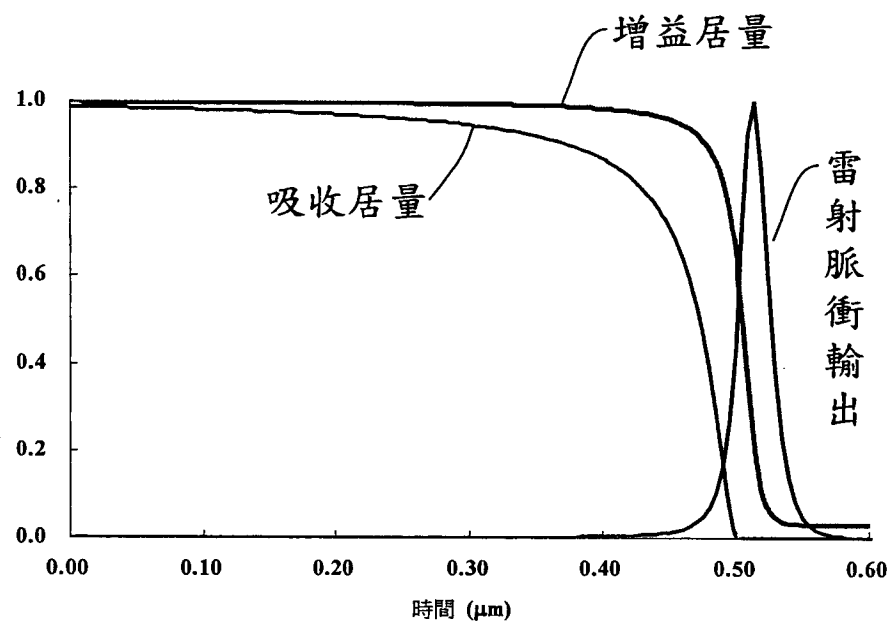
第二圖



第三圖



第四圖



第五圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

11---全光纖型被動式 Q-切換雷射

12---激發光源

13---分波多工器

14---增益光纖

15---第二側

16---第一光纖光柵

17、19---第一側

18---飽和吸收光纖

20---第二光纖光柵

21---雷射輸出

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無