

# 公告本

申請日期： <u>93.5.25</u>	IPC分類
申請案號： <u>93118998 (由93208157 改補)</u>	HolS512, 5187

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

I235534

一、 發明名稱	中文	波長可調之光纖迴路雷射模組及其雷射共振腔裝置
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	1. 祁姓 2. 李健仲 3. 葉建宏
	姓名 (英文)	1. 2. 3.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市東區豐功里25鄰建中一路25號9樓之一 2. 花蓮市裕祥路40號 3. 台北縣板橋市縣民大道三段79巷9弄6號1樓
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者不同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
代表人 (英文)	1.	



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	4. 陳至揚
	姓名 (英文)	4.
	國籍 (中英文)	4. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	4. 台北縣永和中正路724巷1號5樓
	住居所 (英文)	4.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	
	名稱或 姓名 (英文)	
	國籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中文)	
	住居所 (營業所) (英文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



## 一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

無

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 四、中文發明摘要 (發明名稱：波長可調之光纖迴路雷射模組及其雷射共振腔裝置)

本發明提供一種波長可調之光纖迴路雷射模組及其雷射共振腔裝置，光纖迴路雷射模組係包括一光耦合器、一光濾波器、一具多模態輸出之法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體及一光纖放大模組，其中光濾波器及法布里-珀羅雷射二極體係置於一雷射共振腔裝置內，利用光濾波器產生並激發雷射後，將其輸出波長注入該法布里-珀羅雷射二極體之不同的模態上，同時利用法布里-珀羅雷射二極體的共振特性鎖住輸出波長及功率，進而輕易達成波長可調且輸出穩定之功效。本發明並具有架構簡易、製作容易及價格便宜等優點。

## 五、英文發明摘要 (發明名稱：)



## 六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第三圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

20 光纖迴路雷射模組

30 共振腔裝置

34 FP 雷射二極體

40 光纖放大模組

44 WDM 耦合器

48 光單向器

32 FFP 濾波器

36 光路循環器

42 泵激雷射

46 摻鉍光纖

50 光耦合器



## 五、發明說明 (1)

## 【發明所屬之技術領域】

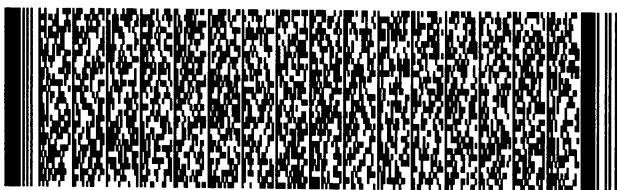
本發明係有關一種迴路雷射模組，特別是關於一種波長可調且穩定輸出的光纖迴路雷射模組。

## 【先前技術】

快速波長可調雷射對於光纖通訊上的運用已相當廣泛，在長距離高速光纖通訊系統中，大部分採用的光源是分佈式回饋雷射(Distributed feedback laser, DFB Laser)，而對於光通訊來說，光訊號的失真及能量衰減會對系統的穩定性會造成相當大的影響。

習知波長可調迴路雷射主要包括一雷射共振腔裝置及一增益裝置，其中雷射共振腔裝置10如第一圖所示，其係由一光纖式法布里-珀羅濾波器(Fiber Fabry-Perot filter, 簡稱FFP濾波器)12及一偏振控制器14組成，共振腔裝置10係利用光纖式Fabry-Perot濾波器12產生一特定波長之雷射，再經由該偏振控制器14，以藉由偏振控制器14來控制迴路中激光的偏極化方向，即藉由不同偏振控制器14來進行控制光纖迴路雷射的穩定輸出；但實際上，此雷射共振腔裝置10之輸出波長及功率仍會有振動，使整體之迴路雷射無法達到真正實質穩定輸出之目的。

習知另一可調波長之雷射模組技術，如美國專利US 6373867，其係藉由偏振維持(Polarization-maintaining, PM)光纖與一飽和吸收器作用，以產生一可調超短脈衝光源的被動線性鎖模共振光纖雷射，以調變光源使其應用於長距離的光訊傳輸上；但在實際製作時，很



## 五、發明說明 (2)

難將雷射光束與PM光纖對準一致，再者，PM光纖之價格比一般光纖貴，因此在長距離通訊中仍以一般光纖作為雷射模組之波導結構。

另外，亦有利用改變半導體製程的方式來達到波長切換之目的者，例如美國專利US 5284791，其係利用形成有機金屬氣相磊晶(Metal organic vapor phase epitaxy, MOVPE)，以使輸出波長切換，由於此方式牽涉到半導體製程之控制及改變，故具有成本高昂之缺失。

有鑑於此，本發明係針對上述之種種問題，提出一種波長可調且穩定的光纖迴路雷射模組，以有效克服習知之該等缺失。

## 【發明內容】

本發明之主要目的，係在提供一種波長可切換之雷射源，以同時兼具不同波長選取以及穩定功率輸出之雙重效益，進而達成在相同輸出頻率範圍內可依需求反覆調變輸出波長之目的。

本發明之另一目的，係在提供一種波長可調之光纖迴路雷射模組及其雷射共振腔裝置，具有架構簡易、製作容易及價格便宜等優點。

本發明之再一目的，係在提供一種波長可調之光纖迴路雷射模組及其雷射共振腔裝置，其係可直接應用於光通訊網路中作為光源，亦可應用於光通訊監測網路，以提昇網路資料傳輸之可靠度。

本發明之又一目的，係在提供一種波長可調之光纖迴



## 五、發明說明 (3)

路雷射模組，其係可藉由溫度之改變來調變波長的輸出狀態，進而達到連續選模輸出之功效。

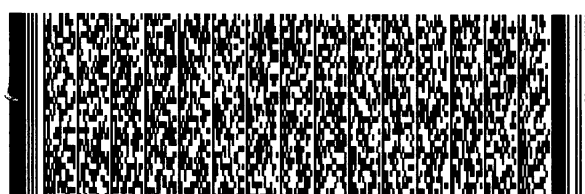
根據本發明，一種波長可調之光纖迴路雷射模組包括一共振腔裝置作為雷射共振增益媒介，一光纖放大模組作為增益大後再輸出，且利用一光耦合器，使其雷射波長源輸出。其中該共振腔裝置包含一雷射產生器；一法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體，其係具有多重輸出模態，且每二輸出模態間具有一固定模距，以依據不同的波長選取其中一輸出模態，進而將該共振波長雷射轉換為對應於該輸出模態之波長調變雷射，同時以法布里-珀羅雷射二極體之特性鎖定雷射之輸出波長。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

## 【實施方式】

本發明乃利用一法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體與一光纖式法布里-珀羅(Fiber Fabry-Perot)濾波器置於迴路共振腔中，以架構出波長可調且穩定的摻鉕光纖迴路雷射(Erbium-doped fiber ring laser)，而無須依靠半導體製程的方式來達成波長切換目的。

如第二圖所示，為本發明之系統架構方塊示意圖，一光纖迴路雷射模組20包括一共振腔裝置30、光纖放大模組40及光耦合器50而串接形成一光纖迴路。請同時參閱第三圖所示之詳細結構示意圖，本發明係利用共振腔裝置30之



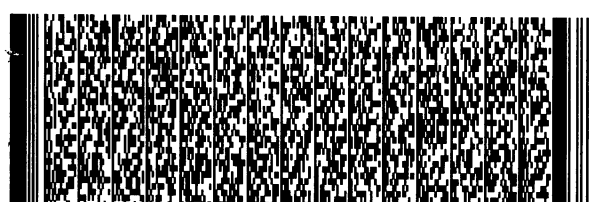


## 五、發明說明 (4)

結構設計使輸出波長可調且穩定，共振腔裝置30包括一雷射產生器，常用者係為光纖式法布里-珀羅(Fiber Fabry-Perot)濾波器32(以下簡稱FFP濾波器)，其係置於共振腔裝置30內以產生一波長；另有一法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體34(以下簡稱FP雷射二極體)，其係具有多重模態輸出，係為縱模型態，且每輸出模態間具有一固定模距，以依據不同的波長選取其中一模態輸出，進而在一波長範圍內將FFP濾波器32所產生之共振波長注入FP雷射二極體34，並由FP雷射二極體34將該共振波長轉換為對應於該輸出模態之波長調變雷射，且在進行波長調變時，利用FP雷射二極體34本身之模距(Mode spacing)來鎖定輸出波長的選取與調變；換言之，該共振波長雷射之各波長模態的調變間距係由FP雷射二極體34的模距所決定。其中，經由FFP濾波器32所激出的雷射波長係與經由FP雷射二極體34所濾出的波長調變雷射相匹配；此外，在FFP濾波器32內係設有一壓電轉換器(PZT)，以藉由不同之外加電壓來控制該FFP濾波器32的中心輸出波長位置。

其中，FP雷射二極體34串接有一光路循環器36，其係連接於FP雷射二極體34及光纖放大模組40之間，以便在限制波長調變雷射光束的行走方向後，再使光束繞迴路走。

另外，由於在不同溫度下，FP雷射二極體34之模態會飄移，利用此特性，係可將FP雷射二極體34再連接一溫控器，以利用溫控器調整FP雷射二極體34之溫度，藉由溫度之改變來調變波長的輸出狀態，進而使該輸出波長達到連



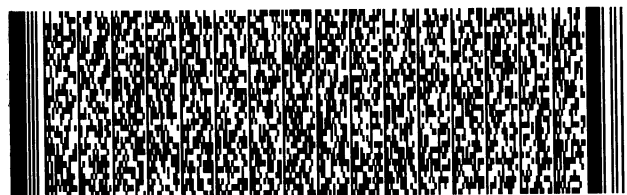
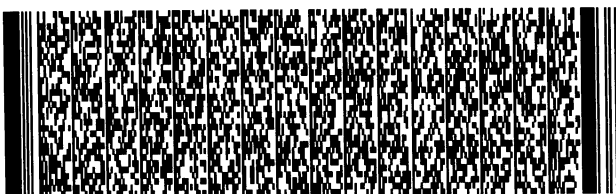
## 五、發明說明 (5)

續選模輸出之作用。

光纖放大模組40係作為寬頻的光源輸出以及雷射的增益輸出，其通常包含一泵激光源，常用者為980nm的泵激雷射42，且有一1480/1550nm WDM光耦合器44串接於前述光纖迴路上，另有一段摻鉕光纖(Erbium-doped fiber, EDF)46，其係經由泵激雷射42激發鉕(Er)離子後以提供放大激發輻射(Amplified spontaneous emission, ASE)源，該摻鉕光纖46並連接有一光單向器48以固定光源方向，最後經由光耦合器44輸出雷射波長；其中，藉由調整泵激雷射42的操作電流，係可使該共振波長雷射保持在一恆定功率的輸出。

本發明藉由將FFP濾波器32產生之共振波長注入FD雷射二極體34的不同輸出模態上，以使輸出雷射的波長調變且波長及功率可被鎖定住，而不會受極化量所擾動；亦即，本發明之光纖迴路雷射模組20受限於FP雷射二極體34的多模輸出與光纖放大模組40頻寬的影響，故可依不同的波長範圍(使用頻段)需求，選取不同模距的FP雷射二極體34而將其置於該光纖迴路雷射模組20架構中，以達成不同使用頻段之波長調變。

在瞭解本發明之各結構及其運作原理之後，為了更進一步說明本發明在光通訊上的實際應用及達成功效，以下特再藉由一具體實驗架構來展現本發明之應用普遍性和潛在價值。本發明所提出的實驗架構如第四圖所示，光纖迴路雷射模組20的組成元件包含一個1×2及10：90的光耦合

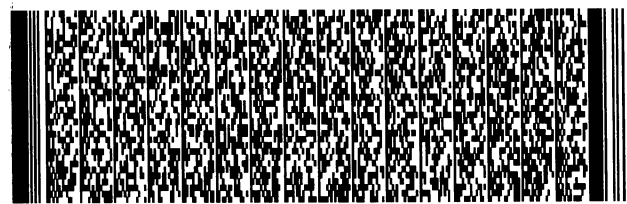
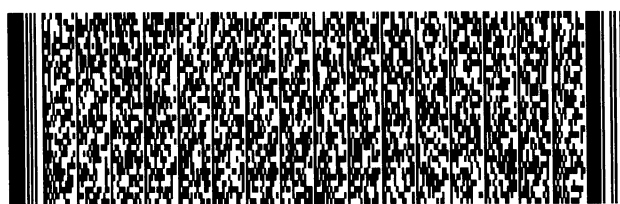


## 五、發明說明 (6)

器50、共振腔內具有FFP濾波器32、一多重縱模且模距1.12 nm的FP雷射二極體34、一光路循環器36及一光纖放大模組40。此光纖放大模組40係由一980 nm泵激雷射42、一980 /1550 nm的WDM耦合器44、一12米長的摻鉍光纖46及一光單向器48組成。另外，在光耦合器50之一耦合端連接一量測裝置60，其包含一功率計62及一光譜分析儀(Optical Spectrum Analyzer, OSA) 64，以分別量測輸出功率及輸出頻譜。

當泵激雷射42的輸入電流為180 mA時，其輸出功率為100 mW；當FP雷射二極體34在輸入電流為15 mA時，其中心輸出波長為1533.84 nm。另外FFP濾波器32有相當寬的可調範圍，其具備小於0.5 dB的置入損耗、約0.1 dB的偏振變化損耗(Polarization-Dependent Loss, PDL)、FSR為44.5 nm以及精緻係數(Finesse)為200等特性。操作時，藉由在FFP濾波器32的壓電轉換器(PZT)上施加電壓(小於12V)，以控制迴路共振腔中的雷射的波長輸出。

為提供穩定的操作頻率，經由FFP濾波器32所濾出的共振波長需與FP雷射二極體34本身的波長相匹配。因此，對於經調變後的波長可調變雷射(或稱多模態雷射)而言，其模與模間的調變間距是經由FP雷射二極體34的多模態間的模距所決定，在此實驗範例中，多模態雷射之模距係為1.12 nm。此外，當基電流為15 mA時，FP雷射二極體34的旁模輸出將受到很好的抑制。利用光譜分析儀64與功率計42來觀察的輸出頻譜與功率。

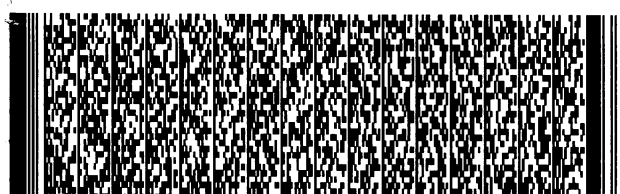


## 五、發明說明 (7)

本發明所揭露的光纖迴路雷射架構，最大優點在於在相同固定的輸出頻率範圍內，可反覆調變波長。第五(a)圖顯示在FFP濾波器32的壓電轉換器上在外加不同偏壓時，光纖迴路雷射模組20所輸出的頻譜圖形，此波長可調的範圍係介於1528.28 nm與1559.64 nm之間。

一般而言，旁模抑制比(Side-mode suppression ratio, SMSR)愈高愈好，第五(b)圖顯示在輸出波長之調變模距為1.12 nm時，光波的輸出功率、SMSR比值與雷射波長關係。結果顯示，最大的輸出功率是4.1 dBm，其波長出現於1539.48 nm，而圖中SMSR值均大於30 dB/0.1 nm，且其所輸出的功率均大於2.2 dBm，調變量可達31.36 nm (調變範圍1528.28 nm~1559.64 nm)。當輸出光波調變在1535.00 nm時，其SMSR會超過40.6 dB/0.1 nm(0.1 nm為光譜分析儀的解析度)。總之，當光纖迴路雷射之輸出波長調變在1528.28 nm到1559.64 nm且模距間隔為1.12 nm的條件時，輸出光可以維持在SMSR大於30 dB/0.1 nm，且輸出功率維持在大於2.2 dBm。

為了驗證輸出功率與波長效能的穩定性，更將本發明之光纖迴路雷射模組20與傳統的迴路架構相互比較，其中傳統的迴路架構係使用FFP濾波器及一偏振控制器置於雷射共振腔裝置，比較結果如第六圖所示，操作條件係雷射輸出波長為1533.86 nm時，於900秒時間下觀察兩種架構的功率及頻率的變化量。根據第六圖所示，傳統迴路架構的波長變化與功率波動分別為0.07 nm與0.22 dB；相反



## 五、發明說明 (8)

地，本發明提出的光纖迴路雷射模組20可動態維持輸出光波長變化量為0 nm（儀器讀取辨識率為0.01 nm），而輸出功率的變動量在0.04 dB內，並且其最長輸出的穩定維持時間可超過4小時。故本發明確實可使輸出功率及波長之變動量小，以達到波長可調且輸出穩定之功效。

另外，藉由調整輸入980 nm泵激光源的操作電流，可令光纖迴路雷射模組20保持在一恆定功率的輸出光源。第七圖顯示在控制固定輸出功率下，980 nm泵激光源的輸出功率與操作電流量對應於輸出光波的關係。當光纖迴路雷射輸出功率設定在2.1 dBm，且功率變動量小於 $\pm 0.05$  dB下，調變範圍可達到1528.28 nm到1559.64 nm之間，其電流的調變範圍則介於135 mA到175 mA。

因此，有別於習知的光纖迴路雷射藉由偏振控制器來控制迴路中激光的偏極化方向的方式，本發明利用具有多重模態FP雷射二極體選取且同時鎖定輸出波長之模態，係可提供一輸出波長與功率皆相當穩定的波長可切換雷射源，使其具備不同波長的選取以及穩定的功率輸出。故，本發明可在相同固定單一的輸出頻率範圍內，依需求反覆調變輸出波長，不僅可直接應用於光通訊網路中作為光源，具有架構簡易、製作容易及價格便宜等優點；在應用於光通訊監測網路時，更可提昇網路資料傳輸之可靠度。另外，當FP雷射二極體連接一溫控器時，可藉由溫度之改變來調變波長的輸出狀態，進而達到連續選模輸出之作用。



## 五、發明說明 (9)

以上所述係藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故，凡其他未脫離本發明所揭示之精神所完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。



## 圖式簡單說明

圖式說明：

第一圖為習知波長可調迴路雷射之雷射共振腔的結構方塊圖。

第二圖為本發明之系統架構方塊圖。

第三圖為本發明之詳細結構示意圖。

第四圖為本發明一具體實驗架構之示意圖。

第五(a)圖為本發明之FFP濾波器在不同外加電壓下的雷射輸出頻譜圖。

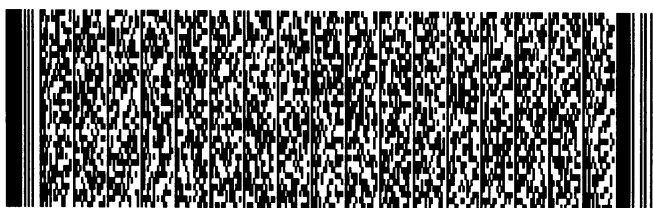
第五(b)圖為本發明之輸出功率、SMSR比值與雷射波長關係圖。

第六圖為本發明與習知架構關於功率及頻率的變化量比較。

第七圖為本發明在恆定輸出功率下，泵激光源的輸出功率與操作電流量對應於輸出光波的關係圖。

圖號說明：

10 雷射共振腔裝置	12 FFP濾波器
14 偏振控制器	
20 光纖迴路雷射模組	
30 共振腔裝置	32 FFP濾波器
34 FP雷射二極體	36 光路循環器
40 光纖放大模組	42 泵激雷射
44 WDM耦合器	46 摻鉍光纖
48 光單向器	50 光耦合器
60 量測裝置	62 功率計



圖式簡單說明

64 光譜分析儀





## 六、申請專利範圍

1. 一種波長可調之光纖迴路雷射模組，包括：

一雷射產生器，其內設有至少一共振腔，以產生一共振波長雷射；

一法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體，其係具有多重輸出模態，且每二該輸出模態間具有一固定模距，以依據不同的波長需求選取其中一該輸出模態，進而在一波長範圍內將該共振波長雷射轉換為對應於該輸出模態之一波長調變雷射，且在進行波長調變時，利用該法布里-珀羅雷射二極體之模距鎖定該波長調變雷射之輸出波長及功率；

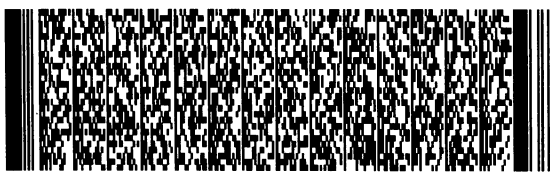
一光纖放大模組，其係用以將該波長調變雷射進行增益後再輸出；以及

一光耦合器，其係連接於該雷射產生器及該光纖放大模組之間，以輸出增益後之該波長調變雷射。

2. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，該雷射產生器係為光纖式法布里-珀羅(Fiber Fabry-Perot)濾波器，以使產生之該共振波長雷射係為經過濾波者。

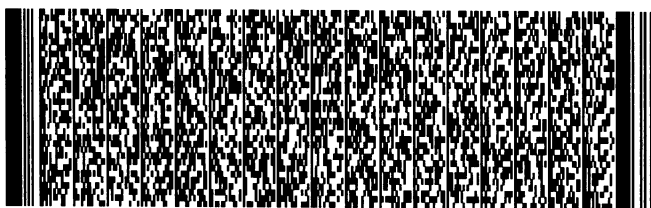
3. 如申請專利範圍第2項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，經由該光纖式法布里-珀羅濾波器所濾出的該共振波長雷射之波長係與經由該法布里-珀羅雷射二極體所調變出的該波長調變雷射相匹配。

4. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，在該雷射產生器內係設有一壓電轉換器



## 六、申請專利範圍

- (PZT)，以藉由不同之施加電壓來控制該共振波長雷射的原始輸出波長。
5. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，該共振波長雷射之各波長模態的調變間距係由該法布里-珀羅雷射二極體的模距所決定。
  6. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，更包括一光路循環器，其係連接於該法布里-珀羅雷射二極體及該光纖放大模組之間。
  7. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，更包括一溫控器，以調整該法布里-珀羅雷射二極體之溫度而連續選擇該等輸出模態，進而使該輸出波長達到連續選模輸出之作用。
  8. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，該光纖放大模組包含一光源、一WDM耦合器、一摻鉍光纖及一光單向器。
  9. 如申請專利範圍第8項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，該光源為泵激雷射。
  10. 如申請專利範圍第8項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，藉由調整該光源的操作電流，係可使該共振波長雷射保持在一恆定功率的輸出。
  11. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射模組，其中，該法布里-珀羅雷射二極體係為多重縱模者。
  12. 如申請專利範圍第1項所述之波長可調之光纖迴路雷射



## 六、申請專利範圍

模組，其中，藉由使用不同模距的該法布里-珀羅雷射二極體，係可在不同的波長範圍中調變波長以輸出。

13. 一種雷射共振腔裝置，其係應用於一波長可調之光纖迴路雷射模組，該光纖迴路共振腔包括：

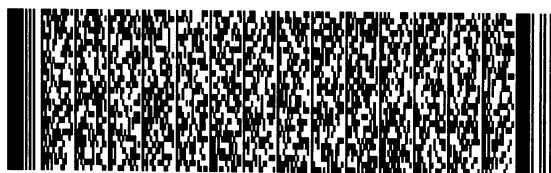
一雷射產生器，其內設有至少一共振腔，以產生一共振波長雷射；以及

一法布里-珀羅(Fabry-Perot)雷射二極體，其係具有多重輸出模態，且每二該輸出模態間具有一固定模距，以依據不同的波長需求選取其中一該輸出模態，進而在一波長範圍內將該共振波長雷射轉換為對應於該輸出模態之一波長調變雷射，且在進行波長調變時，利用該法布里-珀羅雷射二極體之模距鎖定該波長調變雷射之輸出波長及功率。

14. 如申請專利範圍第13項所述之雷射共振腔裝置，其中，該雷射產生器係為光纖式法布里-珀羅(Fiber Fabry-Perot)濾波器，以使產生之該共振波長雷射係為經過濾波者。

15. 如申請專利範圍第14項所述之雷射共振腔裝置，其中，經由該光纖式法布里-珀羅濾波器所濾出的該共振波長雷射之波長係與經由該法布里-珀羅雷射二極體所調變出的該波長調變雷射相匹配。

16. 如申請專利範圍第13項所述之雷射共振腔裝置，其中，該共振波長雷射之各波長模態的調變間距係由該法布里-珀羅雷射二極體的模距所決定。

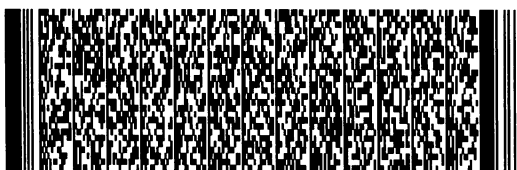


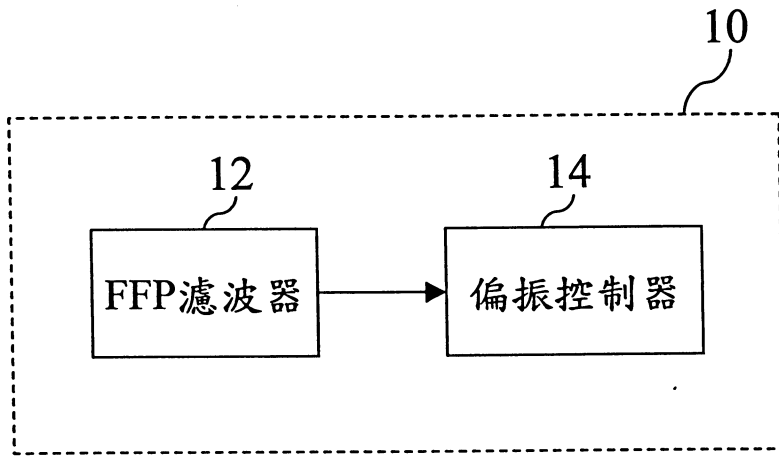
## 六、申請專利範圍

17. 如申請專利範圍第13項所述之雷射共振腔裝置，其中，更包括一溫控器，其係用以調整該法布里-珀羅雷射二極體之溫度以連續選擇該等輸出模態，進而使該輸出波長達到連續選模輸出之作用。

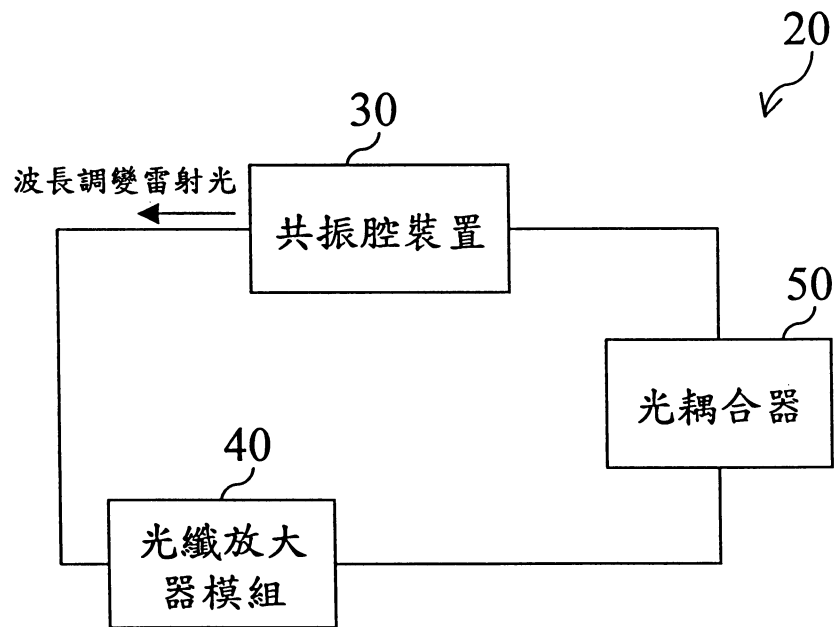
18. 如申請專利範圍第13項所述之雷射共振腔裝置，其中，該法布里-珀羅雷射二極體係為多重縱模者。

19. 如申請專利範圍第13項所述之雷射共振腔裝置，其中，藉由使用不同模距的該法布里-珀羅雷射二極體，係可在不同的波長範圍中調變波長以輸出。

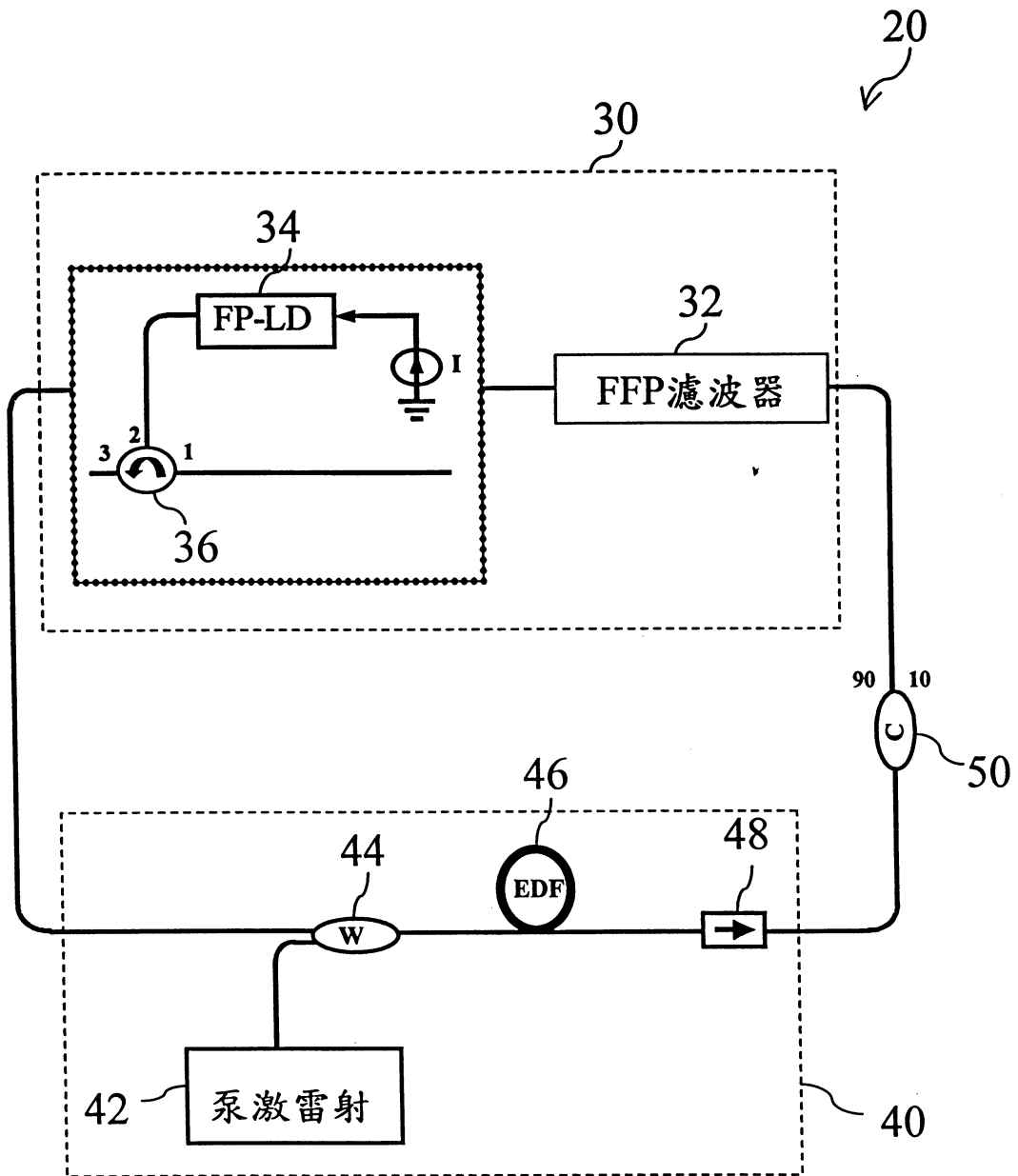




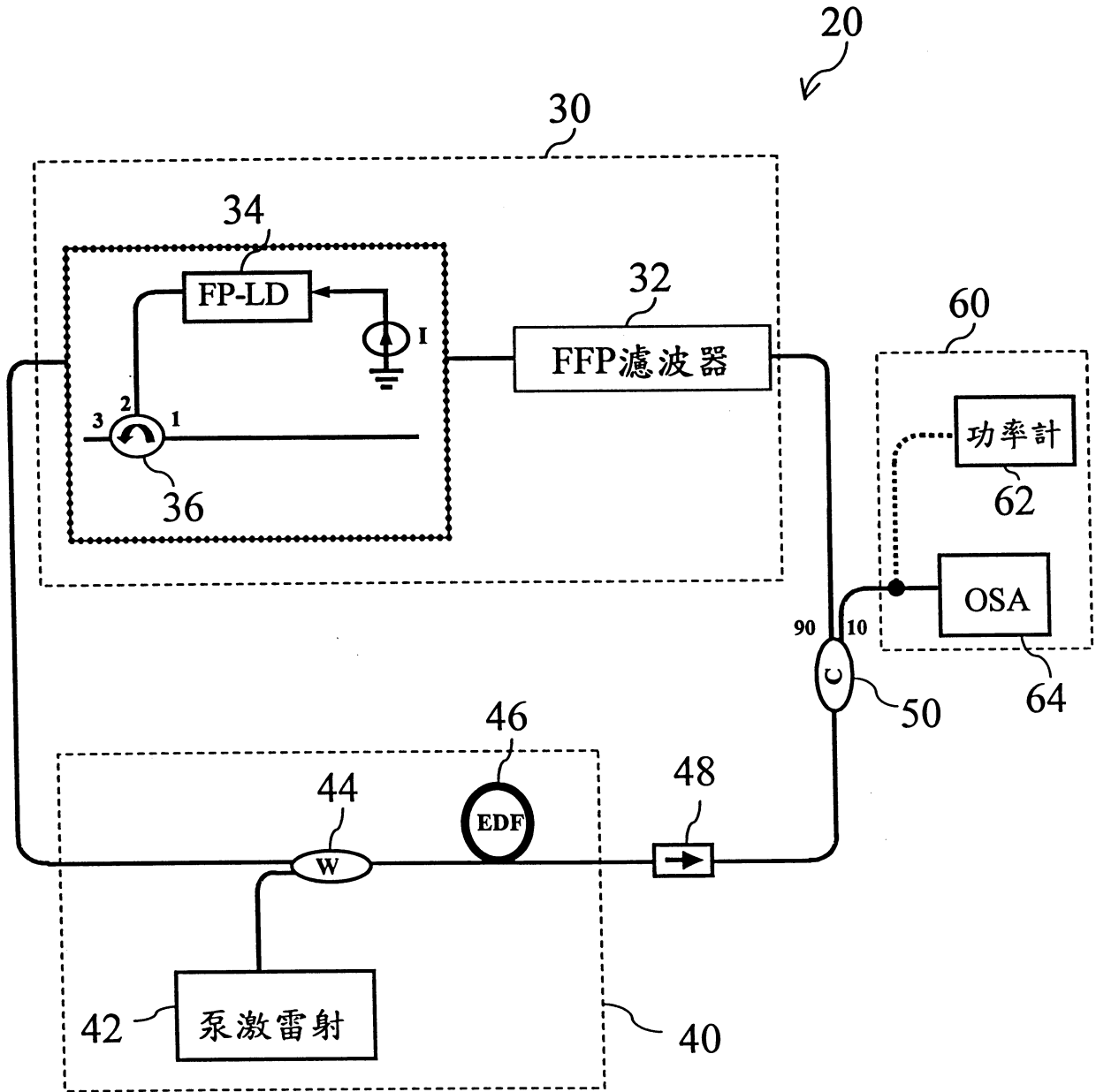
第一圖



第二圖

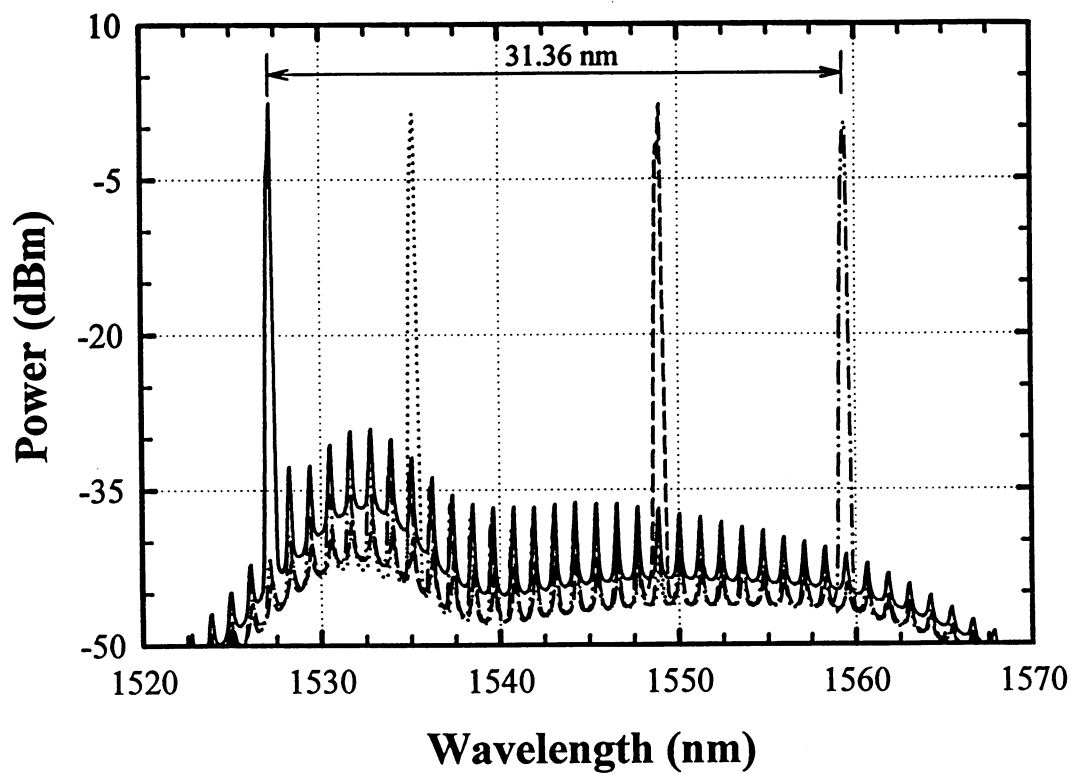


第三圖

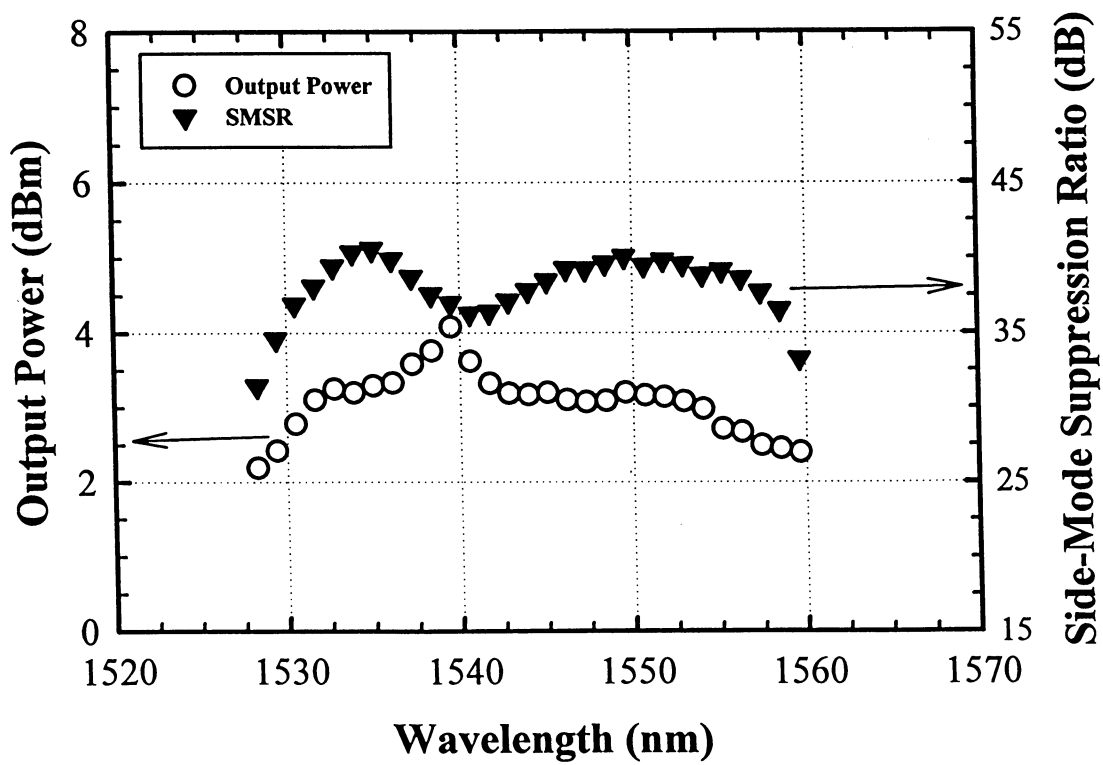


第四圖

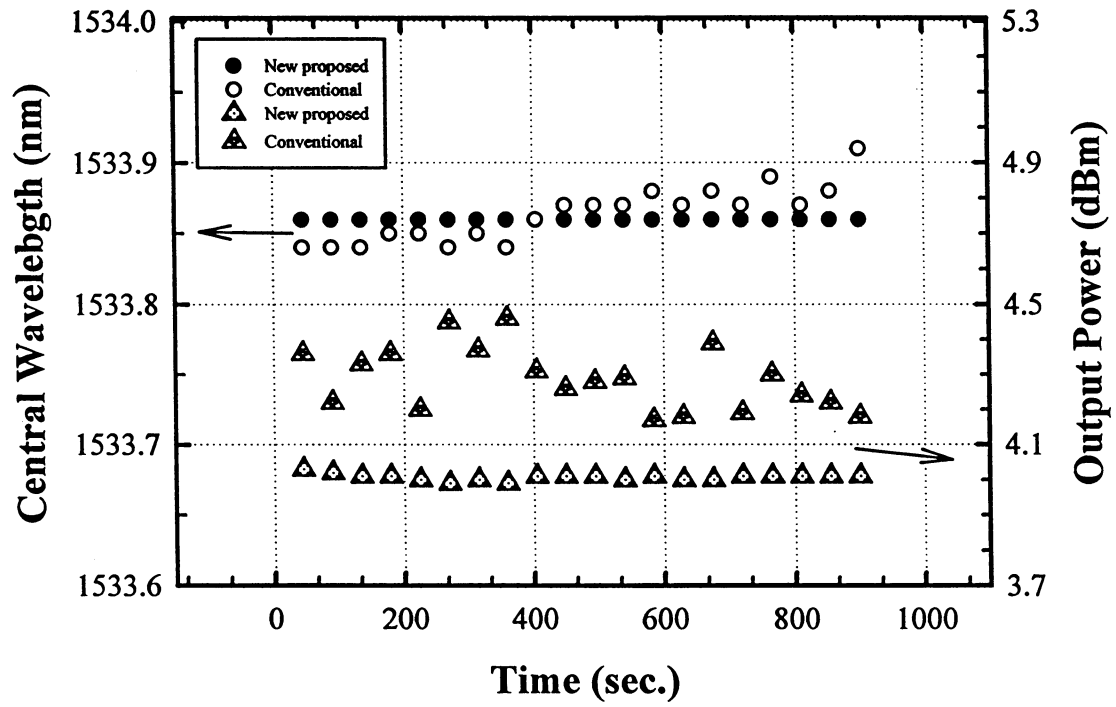




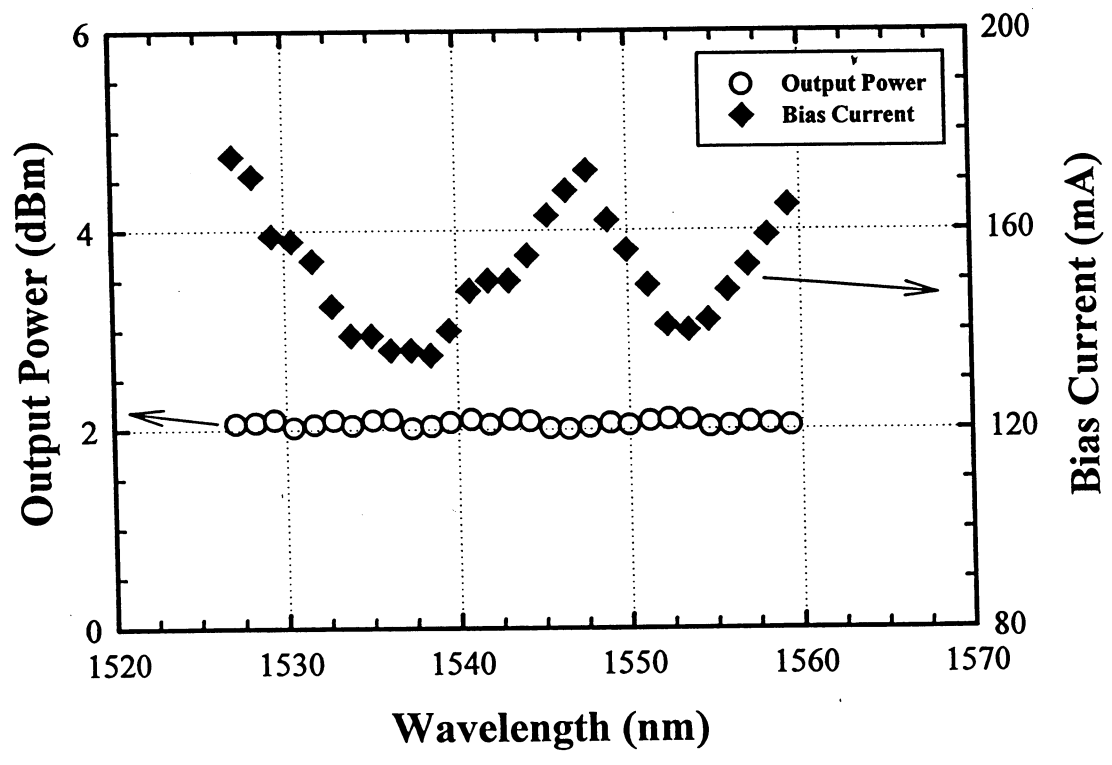
第五(a)圖



第五(b)圖



第六圖



第七圖