

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：9212803

※申請日期：92.8.20

※IPC分類：G02B6/00

壹、發明名稱：

分波多工網路中之光功率監測裝置

貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：國立交通大學

代表人：張俊彥

住居所或營業所地址：新竹市大學路1001號

國籍：中華民國

參、發明人：(共3人)

姓名：1. 祁姓

2. 李健仲

3. 葉建宏

住居所地址：1. 新竹市建中一路25號9樓之1

2. 花蓮縣花蓮市裕祥路40號

3. 台北縣板橋市線民大道3段79巷9弄6號1樓

國籍：中華民國

肆、聲明事項：

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，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：
【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：
【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本案關於一種分波多工網路中之光功率監測裝置，尤指一種藉掃描摻鉕光纖放大器不同的增益頻譜方式而應用於分波多工網路中之光功率監測裝置。本案可藉注入一個飽和頻來對此光放大器作到增益箝制的要求。本案分波多工網路中之光功率監測裝置使用的元件取得方便且價格便宜，對於 WDM 光通訊系統的頻率及功率的監測具有極大的價值，亦可大幅提高對光纖網路系統波頻監測之解析度。

陸、英文發明摘要：

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖一

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	WDM 訊號	11	隔波器
12	WDM 耦合器	13	摻鉍光纖
14	旋波器	15	泵激雷射光源
16	飽和頻光源	17	功率計

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案關於一種分波多工網路中之光功率監測裝置，尤指一種藉掃描摻鉍光纖放大器不同的增益頻譜方式而應用於分波多工網路中之光功率監測裝置。

【先前技術】

分波多工(Wavelength Division Multiplexing, WDM)技術已廣泛地應用於光纖網路以提高通訊之頻寬，此技術亦有助於增進光訊號品質、波道特性及系統效能監測等必要性質。根據以往，光訊號監測係利用光譜儀、波量測儀或可調式濾波器、法布-柏羅(Faber-Perot)濾波器來完成，此等儀器及監測方法之成本相當昂貴。近年來，已發展出許多新穎的技術，例如於系統中加入追蹤的波頻來識別波道或監測功率；或監測不同波長的傳輸點之半導體光放大器或半導體雷射二極體；或者是串接數個布拉格光纖光柵(Fiber Bragg Grating, FBG)的光取樣系統作為光波頻道監測等，這些監測裝置由於架構複雜，實非良善之設計，而亟待加以改良。有關上述光訊號監測技術之文獻係為熟習本技藝之人士所熟知，在此不贅述。

本案發明人鑑於上述習用之各項問題，乃亟思加以改良創新，並經多年苦心孤詣潛心研究後，終於成功研發完成本件可程式高速追蹤定位攝影裝置。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種分波多工網路中之光功率監測裝置，係利用簡易架構監測光纖網路系統上之傳輸訊號功率，所使用的元件取得方便且價格便宜，對於 WDM 光通訊系統的頻率及功率的監測具有極大的價值。

本發明之另一目的係在於提供一種分波多工網路中之光功率監測裝置，其可大幅提高光纖網路系統之波頻監測的解析度。

具有上述優點的分波多工網路中之光功率監測裝置，其基本原理係藉掃描摻鉍光纖放大器不同的增益頻譜方式而達成。

【實施方式】

本發明將提出一種新穎的分波多工網路中之光功率監測裝置，其係藉掃描摻鉍光纖放大器不同的增益頻譜方式而應用於分波多工網路中。以下將更詳細地說明本案分波多工網路中之光功率監測裝置。

舉例來說，倘若將系統的操作波長範圍區分為 N 等分頻寬，則在第 n 等分中之摻鉍光纖放大器的輸入光訊號功率可以 $P_{in,n}$ ($1 \leq n \leq N$) 表示。而泵激功率 P_{pump} 將會決定摻鉍光纖放大器的增益頻譜曲線之特性。摻鉍光纖放大器系統間輸入波頻與輸出波頻的功率間轉換之相對關係可以用 $g_{m,n}(P_{pump}, m)$ 表示，其中 m 代表泵激功率的階數。假設每個等分頻寬的輸出功率表示成 $P_{out,m}$ ，則每一波長等分頻寬的輸入光功率與輸出光功率之關係可以式(1)表示為：

$$P_{out,m} = \sum_{n=1}^N g_{m,n}(P_{pump}, m) \cdot P_{in,n}, \quad 1 \leq m \leq M \quad (1)$$

若 $M = N$ ，則每一波長等分的輸入光功率可以以下列關係式(2)表示

$$\begin{bmatrix} P_{in,1} \\ P_{in,2} \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{in,N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{1,1} & g_{1,2} & \cdot & \cdot & g_{1,N} \\ g_{2,1} & g_{2,2} & \cdot & \cdot & g_{2,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ g_{N,1} & g_{N,2} & \cdot & \cdot & g_{N,N} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{out,1} \\ P_{out,2} \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{out,N} \end{bmatrix} \quad (2)$$

然而，量測此 WDM 訊號頻譜之方法係假設摻鉍光纖放大器的增益曲線只與泵激雷射的功率相關，而與輸入光源的功率無關。在此模組上，我們可以注入一個飽和頻(saturated tone)來對此光放大器作到增益箝制的要求。然而，隨意不同的 WDM 訊號的增益頻譜則可藉此增益曲率掃描的方法來獲得。

如圖一所示，適用於本案分波多工網路中之光功率監測裝置可利用來檢測網路系統中之 WDM 訊號 10，且其主要包含一隔波器(optical isolator)11、一 980/1550 nm WDM 耦合器 12、一段具適當長度之摻鉍

光纖 (Erbium-Doped Fiber, EDF)13、一旋波器 (optical circulator)14、一 980 nm 泵激雷射光源 15 及一作為飽和頻之光源 16。隔波器 11 係用以阻止反射光返回系統；泵激雷射光源 15 可發出功率超過至 100 mW 之雷射光；WDM 訊號 10 與 980 nm 泵激雷射 15 在 WDM 耦合器 12 耦合進入摻鉍光纖 13；摻鉍光纖 13 具 6 米長(MP980)且係用以掃描出不同的增益(Gain)，其中增益可以為放大或者是損耗；作為飽和頻之光源 16 為波長 1540 nm 且功率為 15 dBm 之 DFB 雷射，但亦可以使用其他不同的光源代替，只要能夠達到箝制住增益頻譜分布效果即可；具特定頻率之訊號則經旋波器 14 取出後，送入功率計 17 進行測量。

根據一具體例，WDM 訊號 10 之波長係操作於 1534.25 nm 至 1558.98 nm，其波長的範圍內被分為 32 等分並且具有 0.8 nm 的頻寬間隔(此表示 $N = 32$)；泵激雷射光 15 的功率分別操作在 6 mW 到 37 mW 之間，也因此可產生 32 個泵激階(即 $M = 32$)。為了確定掃描不同增益取率之方法可行性，將上述相關參數利用套裝軟體進行模擬。圖二表示在不同的泵激階下(分別在 $m = 1, 16$ 與 32 時)與輸入功率為 -25 dBm 的 32-WDM 測試訊號增益曲率頻譜圖。首先，由公式(2)中的反矩陣可藉由檢測的輸入波長(每個光功率皆為 -25 dBm)由 1534.25 nm 至 1558.98 nm 波頻間隔 0.8 nm 的注入下觀察而獲得。接著，依公式(2)可求得原本輸入的 WDM 訊號。

關於誤差與動態範圍的解釋與計算，本案使用 3 組 32-WDM 波頻的輸入訊號當作待檢訊號，而每一訊號的功率分別為 -10 dBm、-25 dBm、-60 dBm。如圖三所示，當總輸入 WDM 訊號的功率小於飽和頻的功率 10 dB 以下時(要達到此光放大器模組增益箝制的效果)，此所計算出量測出待檢訊號的功率誤差值小於 0.14 dB。簡言之，當計算誤差在小於 0.14 dB 時，其輸入動態範圍可達到 50 dB。

為驗證所提方法的確切性，本案使用一分散回饋(distributed feedback, DFB)雷射當作為此模組的飽和頻，其功率為 0 dBm、波長為 1540 nm；使用 6 米長摻鉍光纖(MP980)搭配 980 nm 雷射具 100 mW 功

率的泵激，此功率監測裝置之架構如圖一所示。WDM 訊號源之輸入功率為 -30 dBm、波長為 1534.25 nm 至 1558.98 nm(頻寬間隔 0.8 nm)，當泵激階為 $m = 1$ 到 32 (表示泵激功率由 6 至 37 Mw)時，可藉此操作條件獲得公式(2)之反轉矩陣。另外於此功率監測裝置之架構下，同時輸入 4-WDM 波頻(其波長分別為 1534.23 nm、 1539.35 nm、 1546.11 nm、 1552.50 nm(11 至 14)作為試驗訊號。圖四顯示出在輸入不同功率的試驗訊號(分別為 -16 dBm、 -30 dBm 與 -50 dBm)下，其實際輸入與經由計算後的功率誤差關係。當試驗訊號的功率分別為 -16 dBm、 -30 dBm 與 -50 dBm 時，每一波道計算誤差分別為 $[0.10$ dB、 0.53 dB、 0.29 dB、 0.16 dB]， $[-0.25$ dB、 0.2 dB、 0.02 dB、 -0.02 dB]與 $[0.17$ dB、 0.55 dB、 0.43 dB、 0.39 dB]，因此，本實驗確定已達成動態範圍為 34 dB 與計算誤差小於 0.55 dB 的目標。

由以上試驗發現，本案之功率監測裝置針對 4 個輸入的訊號所監測出的誤差值小於 0.55 dB、具備靈敏度於 -50 dBm 及動態調整範圍達 34 dB 的功能，此項新的技術可使多波分工(WDM)光網路中的摻鉍光纖放大器模組與光監測設備的功能更佳完善。

本發明所提供之功率監測裝置，與先前技術及其他習用技術相互比較時，更具有下列之優點：

- 一、使用的元件取得方便且價格便宜，對於 WDM 光通訊系統的頻率及功率的監測具有極大的價值。
- 二、本發明之功率監測裝置可廣泛運用於光纖網路上，並且藉用一般的摻鉍光纖放大器之架構，則可用以作為光網路傳輸訊號之功率監測裝置，其極具實用性。
- 三、本發明之功率監測裝置可大幅提高對光纖網路系統波頻監測之解析度。

本案得藉由熟悉此技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請範圍所欲保護者。

【圖式簡單說明】

本案得藉由下列圖式與實施例說明，俾得更清楚之瞭解。

圖一：本案分波多工網路中之光功率監測裝置之架構圖。

圖二：在不同的泵激階下(分別在 $m = 1$ 、16 與 32 時)與輸入功率為 -25 dBm 的 32-WDM 測試訊號增益曲率頻譜圖。

圖三：在模擬狀況下，功率分別為 -10 dBm、-25 dBm、-60 dBm 輸入系統的 32-WDM 之待檢波長訊號，其所計算出與實際輸入訊號功率的誤差值。

圖四：在實驗狀況下，功率分別為 -16 dBm、-30 dBm、-50 dBm 輸入系統的 32-WDM 之待檢波長訊號，其所計算出與實際輸入訊號功率的誤差值。

【圖式中之符號說明】

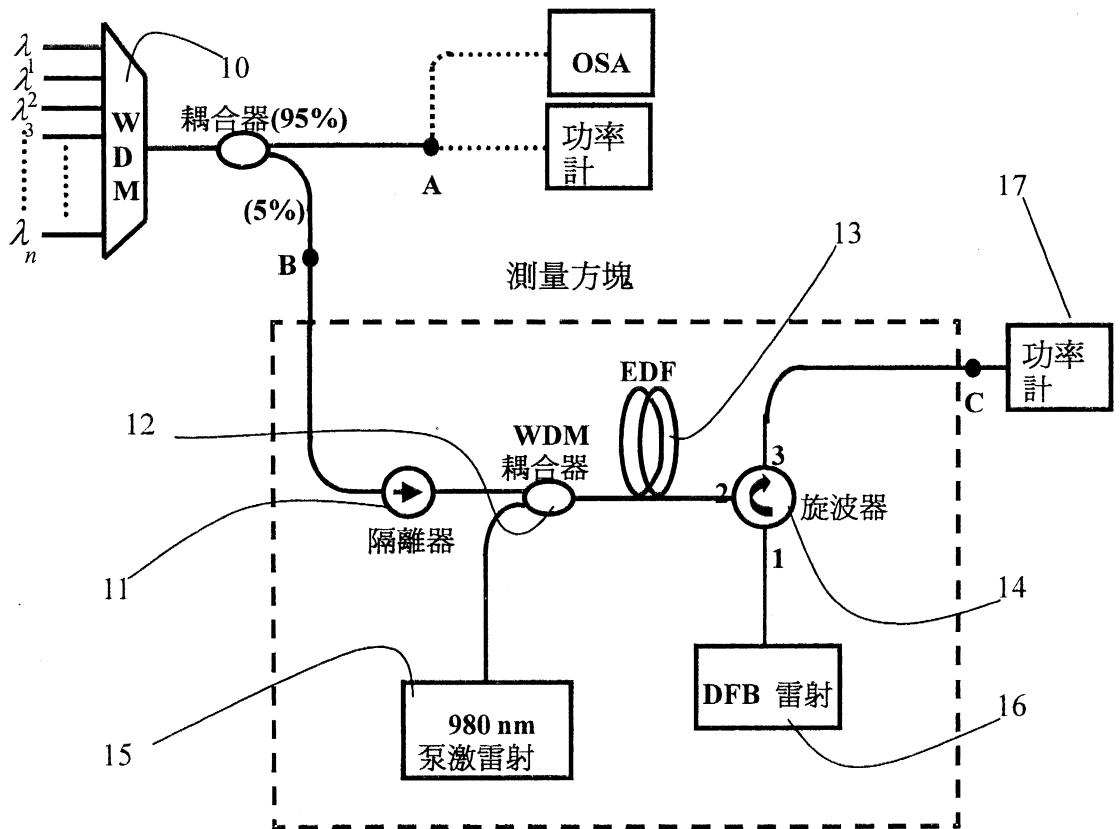
10	WDM 訊號	11	隔波器
12	WDM 耦合器	13	摻鉍光纖
14	旋波器	15	泵激雷射光源
16	飽和頻光源	17	功率計

拾、申請專利範圍：

1. 一種分波多工網路中之光功率監測裝置，適用於監測來自一網路系統之分波多工(WDM)訊號，其包含：
 - 一泵激雷射光；
 - 一 WDM 耦合器，係使該 WDM 訊號與該泵激雷射光耦合；
 - 一摻鉍光纖，用以接收來自該 WDM 耦合器之該分波多工訊號及該泵激雷射光，且將該分波多工訊號掃描出不同的增益；
 - 一飽和頻光源，用以箝制住該分波多工訊號之增益；及
 - 一旋波器，係與該摻鉍光纖相耦接且接收該飽和頻之該光源，進而輸出具特定頻率之訊號。
2. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中於該 WDM 耦合器及泵激雷射光前進一步設置一隔波器，俾用以阻止反射光返回系統。
3. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中於該旋波器後進一步設置一功率計。
4. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中該泵激雷射光之波長為 980 nm。
5. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中該分波多工訊號之波長係操作於 1534.25 nm 至 1558.98 nm 之範圍內。
6. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中該飽和頻光源係為具波長 1540 nm 且功率為 15 dBm 之分散回饋(DFB)雷射或其他光源。
7. 如申請專利範圍第 1 項分波多工網路中之光功率監測裝置，其中該增益可為放大或者是損耗的。

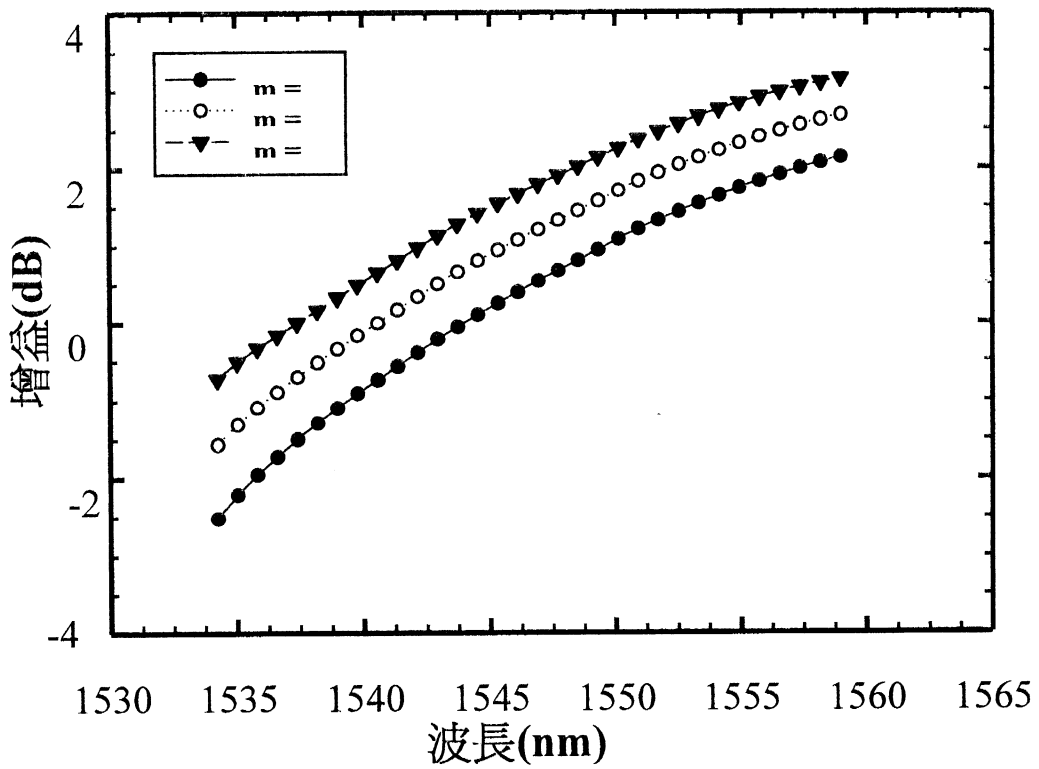
9-1-2803

拾壹、圖式：

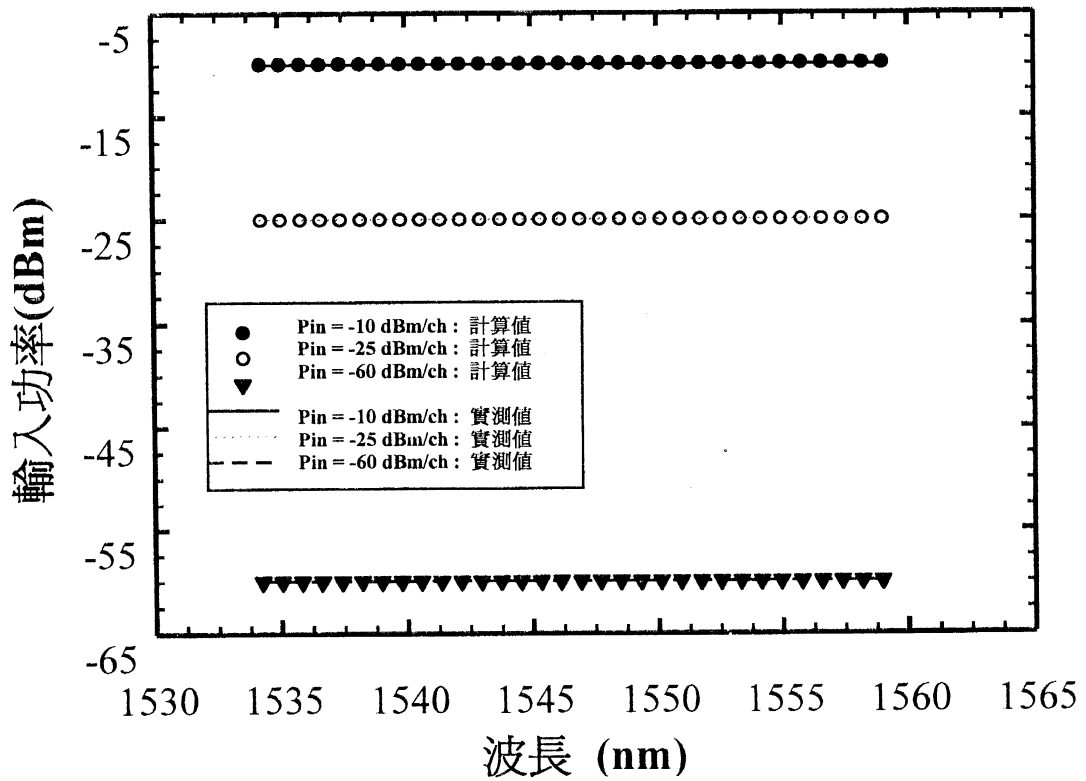


(代表圖)圖一

拾壹、圖式：

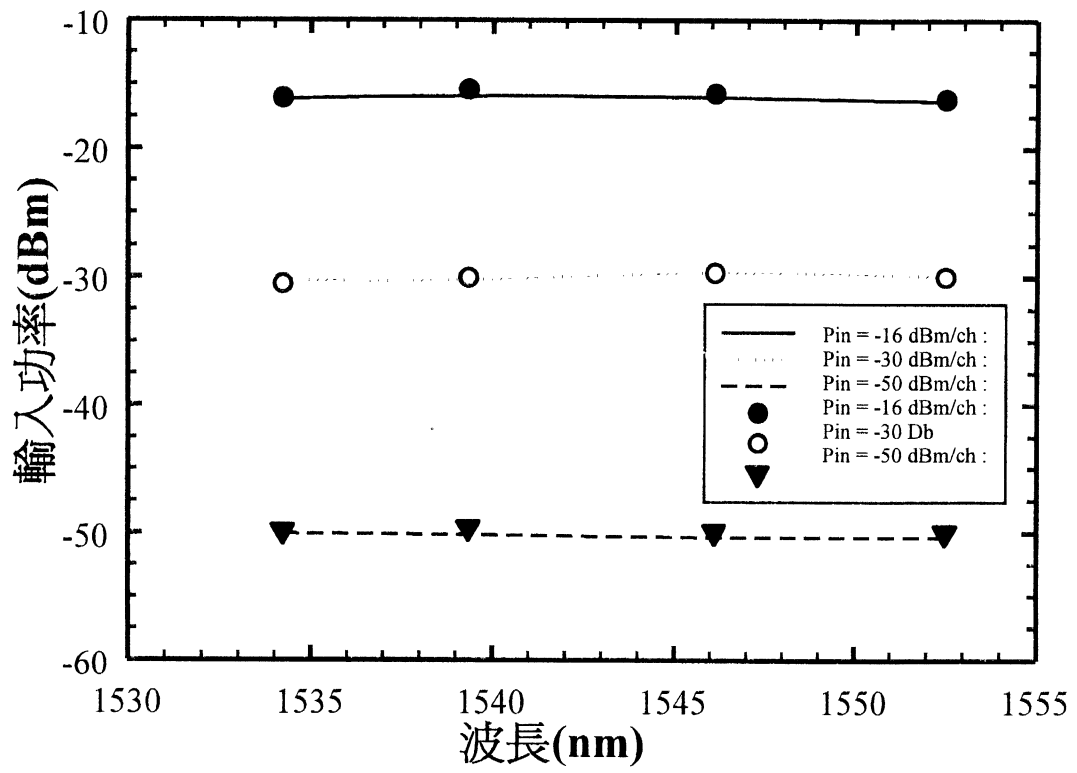


圖二



圖三

拾壹、圖式：



圖四