

光電實驗四結報

組別：第八組

系級：電機三

學號：B07901042

姓名：趙少緯

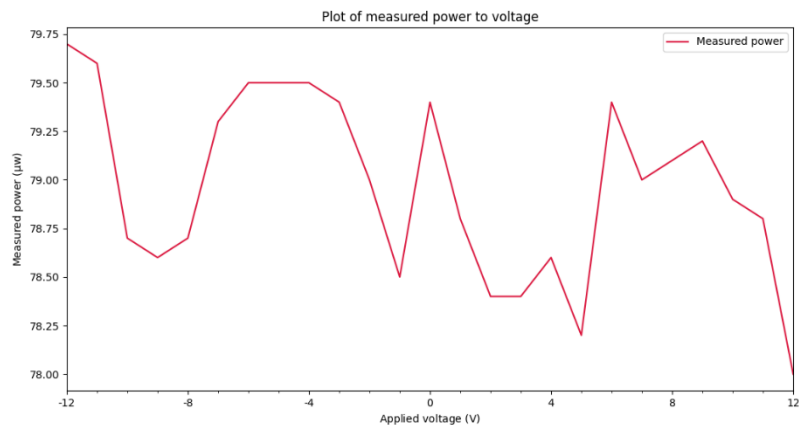
B07901067

吳浩瑜

B07901176

龍為煜

1. 實驗數據



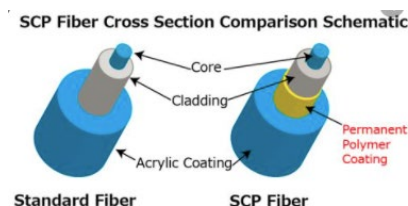
這什麼...

2. 結報問題

Q1. 請舉例有哪些儀器或系統是使用光纖系統？功用為何？（請舉例兩種）

- i、醫學用內視鏡：因為光纖可以彎曲，因此可以輕易將外部光源導入觀察部位，或是將偵測到的信號藉由光電耦合元件傳出來。
- ii、Fiber Bragg grating：利用光纖內部折射率對空間週期性變化，產生對特定波長的高反射率。因為該折射率週期容易受溫度影響，對應的波長也會產生變化，故可以用來當感測器。

- Q2. 在實驗中我們使用到的單模光纖，請大家畫出光纖的 cross-section（剖面圖）並標註每層的名稱？另外請說明是何種的光學物理機制使得光得以在光纖中（光波導）做傳輸？（請詳述，並附上相關數學式子）



答上圖由內而外依序為 Core、Cladding、Coating

光藉由光纖內部全反射來傳遞，由波方程： $\nabla^2 \psi = \frac{\epsilon_0 \mu_0 n^2 (\partial^2 \psi)}{\partial t^2}$

將式子代入圓柱座標系統，

$$\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$$

並令 $\psi(r, \varphi, z, t) = \psi(r, \varphi) e^{j(\omega t - \beta z)}$ 則有

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\omega^2 \psi(r, \varphi) e^{j(\omega t - \beta z)}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -\beta^2 \psi(r, \varphi) e^{j(\omega t - \beta z)}$$

代入波方程式化簡得

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} - [k_0^2 n^2(r) - \beta^2] \psi = 0, k_0 = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda_0}$$

其中 n^2 只與 r 有關。由分離變數法 $\psi(r, \varphi) = R(r)\Phi(\varphi)$ 得

$$\psi(r, \varphi, z, t) = R(r) e^{j(\omega t - \beta z)} (\cos \cos l\varphi \sin l\varphi), l = 0, 1, 2, \dots$$

其中 $R(r)$ 滿足

在設計上，我們會使中心折射率最高（設 n_1 ），然後遞減，最後 core 和 cladding 的交界處折射率為 n_2 ，根據上述微分方程，若我們有 $n_2^2 < \left(\frac{\beta}{k_0}\right)^2 < n_1^2$ ，則我們會得 guided mode 的解（會是 Bessel function）。根據不同的 l 會有不同的解，在給定 l 下的第 m 個解稱為 LP_{lm} mode。在特定條件組合下，我們只會得到一個方程解（基模， LP_{01} ），我們稱之為 single mode。

- Q3. 在這個實驗中，我們利用定波長光源（1550nm），作為輸入調變器之光訊號來

源，假設如果改變光源波長，輸入調變器後，在不同調變電壓下，輸出光訊號會不會改變，什麼會變？為什麼？（請用原理或公式說明）

ps: The intensity modulator used in this experiment is based on Titanium-indiffused z-cut Lithium Niobate and uses a Mach-Zehnder interferometric architecture.

由公式：

$$E_{output} \propto 2A \cos \psi \cos \omega t$$

其中 ψ 和光路有關，若光源波長變長，difference of optical path 不變， λ_0 變大， $\frac{2\pi}{\lambda_0}$ 變小，使最後做圖時能量對電壓作圖的週期變大。