

一、實驗方法與架設

1.1 儀器介紹

1.1.1 隨機訊號產生器

由於實驗上無法產生真正的隨機訊號，只能使用偽隨機訊號產生器 (Pseudo Random Bit Sequence, PRBS)，儀器型號為 Anritsu 的 MP1763C，可以產生 0.5 至 12.5 GHz 的訊號，偽訊號的週期可以調整，為了達到最接近隨機的效果，我們選擇使用最長的隨機序列，一組共有 $2^{31} - 1$ 的位元。

我們實驗上實際使用的頻率為 10 GHz 或 10 Gb/s，每秒能產生 10×10^9 個隨機位元，以示波器去測量該訊號的眼圖 (eye diagram) 則可以知道訊號的品質，量測結果如下：

可見實際訊號與理論（圖）有蠻大的差異，有著相對大的上升與下降時間，圖形上下也不太對稱，這都會影響到展頻與壓縮的效果，造成實驗與理論的誤差。

1.1.2 電光調製器

電光調製器可使用電訊號對光進行調製，一般而言可以分成三種，分別為振幅、相位與偏振的調製，在我們的實驗中需要調製的是相位。使用的儀器為 EOSPACE 的 SN73717 與 SN73718，分別為頻譜的窄寬與壓縮用。

相位調制器由鈮酸鋰 ($LiNbO_3$) 雙折射晶體製成，因泡克耳斯效應 (Pockels effect)，外加電場能線性的改變快軸上的折射率，進而達到改變相位的效果，且我們稱能將 45 度線偏旋轉至 -45 度的電壓為 V_π 。

由上介紹可知，實際使用上需優化進光的偏振以及電訊號的振幅，以達到預期的相位調製效果。

1.1.3 高頻電訊號放大器

由於我們使用的隨機訊號產生器僅能輸出 0.2 至 $2 V_{pp}$ 的訊號，EOM 的 V_π 為 2.3 V，需再經過放大器才能提供足夠的電壓去進行相位調製。同樣的，也用示波器去測量眼圖，看放大後的訊號品質，如下圖

由於兩台使用的 SMA 線的材質與長短不同，會有不一樣的頻率響應與耗損，使兩個訊號無法互補，這會影響頻譜壓縮的品質。

1.1.4 Fabry-Perot 干涉儀

古典光可以用 Fabry-Perot 干涉儀來掃出頻譜，我們使用的儀器為 THORLABS 的，FSR 為 10 GHz。此干涉儀為一個共振腔，由兩面高反射率的鏡子所組成, Lindwith

1.1.5 Etalon 干涉儀

與 Fabry-Perot 干涉儀為相同的原理，只是共振腔使用的鏡子反射率較低，所以線寬較大，約為 60 MHz，若固定腔長 L ，則可做為濾波器使用，僅讓頻率寬度在 60MHz 這區間內的光通過，中心頻率則可以由溫度 T 改變腔長 $L(T)$ 來調整。

1.2 單光子光源製備

單光子的產生機制為 SPDC，使用 PPKTP 晶體產生 Type-II 的時間 - 能量糾纏光子對。

調整 pump 光與晶體溫度來改變單光子的頻率

1.3 光路架設

1.3.1 古典光量測

古典光時間差很重要！

1.3.2 量子光量測

由於量子光無法用 Fabry-Perot 掃頻譜，所以要在光路的最後加上 Etalon，只允許 60MHz 內的光通過，以確保第二台相位調製器有將展寬的頻譜壓縮回窄頻。