

# Multiple methods to simulate the dispersion curves of rectangular dielectric gratings waveguide

## 模擬矩形光柵波導之色散曲線的多種方法

組別：B82

指導教授：黃衍介 教授

組員姓名：陳文祺

### 摘要

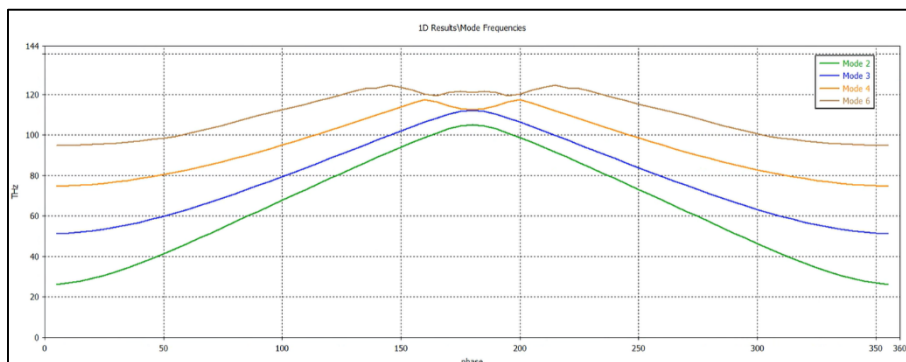
具有週期性結構之光柵可以應用在耦合器、濾波器、放大器、雷射產生器和共振轉向裝置。本實驗室致力研究調制入射雷射能量和光柵週期，讓每個周期之光柵形成布拉格耦合之共振腔，來達到儲存能量並輻射 keV 能量等級之雷射。

### 研究內容

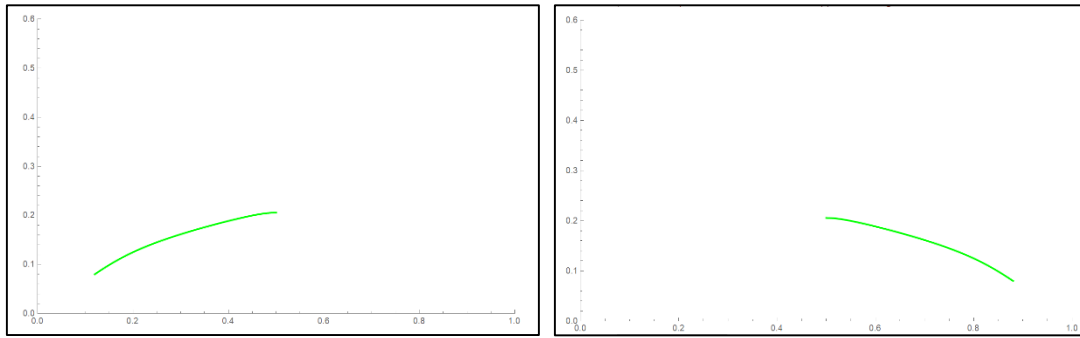
本專題之研究方向，是以2D、3D之結構，給定光柵週期、高度等參數，用不同軟體之運算方式來模擬該介電光柵之色散曲線或色散圖，並由色散圖之 Bragg mode 對應之頻率與團隊其他研究比對是否與給定之電子束能量平行入射光柵上方產生之共振頻率相同。

本專題使用3D建模軟體 CST 以及2D數學運算式在 Matlab 和 Mathematica 上作運算，前者之內容為模擬出3D且隨相位變化之電磁場，還能運算該週期性結構之色散曲線。而後者之內容則參考其他文獻關於光柵色散曲線之運算，將運算將3D之結構簡化為2D，以矩陣方式運算得到該光柵之 Bragg mode，並經由連續計算的到整個一階色散曲線。

雖然研究的結果，產生共振之頻率，並不能和實驗室其他團隊有所匹配，但其色散曲線分布的形式能有效驗證關於雷射共振、反射腔的概念，造就能量集中的可能，因此將來在此方面的研究會是雷射界的一大創新以及突破。



▲圖1. CST 模擬之低階模態色散曲線



▲圖1. Mathematica 模擬之基態色散曲線

## 參考文獻

- [1] S. M. Razavizadeh. (2014) *Dispersion Curve Using CST MWS Quick Guide*  
 [2] S.T. Peng, T. Tamir, H.L. Bertoni. (1975) *Theory of Periodic Dielect Waveguides*

## 心得感想

首先，非常感謝黃老師這一年的指導，在專題實作的過程中，老師習慣給予我不斷摸索的機會，就算會犯錯他也很鼓勵我們勇於嘗試，引導我尋找解決問題的辦法。而老師對於研究的熱情不言而喻，學習新的事物雖然不能期待有所成果，但是追求成果的過程我們學到反而更多，因而鼓勵了我在研究的過程中保持正向的態度，帶我度過每次的會議龐大進度壓力，在時間的推移下一周一周有所學習，也漸漸有所收穫。除了研究的相關的學習，老師也給予專題生很多培養額外能力的機會，像是兼任助教或是擔任營隊課程導師，幫助我練習研究上的知識還有各種各樣的應對能力，很感謝老師能給予專題生如此豐厚的學習資源

再來，要謝謝黃老師的博士生 Dr. Hossein，如果沒有你的幫助，我沒辦法寫出 Matlab 的二維分析，謝謝你不願其煩的配合時差跟我們視訊以及私下教導我關於物理的原理以及 Mathematica 程式的撰寫和操作。

由於專題的研究方向相對的難以驗證，我經常需要跟實驗室的學長討論是否現在的模型參數格式是適當的，又或是參數、結果是否符合他們研究的成果。以及較少前人的範例可以當作參考，因此需要自己去接觸沒有學習過的知識，再將物理層面的原理轉換成合適的程式演算式子。這些過程有相當大的學習量，壓力可謂不小，但這樣的訓練過程因為老師的鼓勵，還有學長的指導下雖然路途跌跌撞撞的，還是能抱持學習的熱忱快樂的研究。

這一年做專題的過程中，不了解的部分仍然很多，留下很多待解的問題，老實說自己的積極度在面對不懂的部分時，仍然需要繼續加油及改進。最後，再一次謝謝黃老師、實驗室學長們在這段時間裡的指導及提點，讓我待在實驗室的這一年，收穫良多。