

摘要

實驗分為兩個部分：薄膜製成和加入散射體的隨機雷射。薄膜製成的方法主要使用 spinning coating，膜厚較薄，但厚度分布平均。隨機雷射實驗中加入的散射體為 20 奈米的銀粒子，將其溶於丙酮中，以調整所需要的濃度，實驗預計結果會因光子在散射體中不停的反射達成共振腔的效果，進而產生出類似雷射的效應，由於每粒光子經過的有效長度及停留時間不同，在不同的波長會有不一樣的增益，因此我們稱這種雷射為隨機雷射。

簡介

由 PMMA 當作基質材料，將其溶解在丙酮中，取 1mL 在基板上製成薄膜，接著以 PerkinElmer Lambda 950/1050 High Performance UV-Vis/NIR Spectrometer 光譜儀量測 PMMA 在波長 200-900nm 下的光學特性（反射率 R、吸收度 A），測量其膜厚 x，計算出折射率。折射率可以由反射率、吸收度以及膜厚以下列的公式計算出來：

$$n = \sqrt{\frac{4R}{(R-1)^2 - k^2} - \frac{R+1}{R-1}}$$

R 為反射率、K 為存在常數，可由下列公式得出

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \alpha = 2.3 \frac{A}{x}$$

α 為吸收常數，定義為物質在特定波長下吸收光的能力；A 為樣品的吸收度，x 為樣品的膜厚（厚度約為 0.6 μ m~1.1 μ m）。

實驗

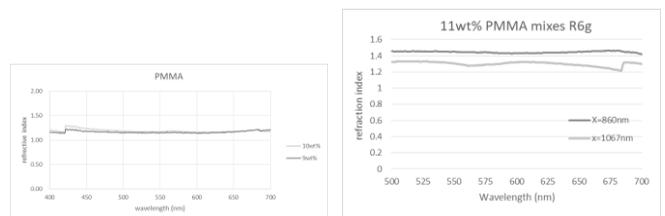
第一階段，實驗材料由 PMMA 當基質材料，將其溶解在丙酮中，接著以光譜儀量測 PMMA 在波長 200-900nm 下的光學特性。

第二階段，以 Rh6G(Rhodamine 6G, 479.01 AMU)及 Srh 作為染劑、溶於丙酮，並與 PMMA 溶液混和利用 PL(Photoluminescence)光譜儀量測發光強度，接著以光譜儀量測兩者在波長 400-900nm 的光學特性。

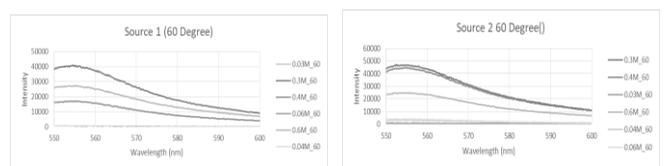
第三階段，把 PMMA 和 Rh6G 的混和溶液加入奈米等級的銀粒子，量測混和藥在波長 400-900nm 的光學特性，並架設光路讓雷射打入藥品罐，用光偵測器探測是否有隨機雷射的產生。光源強度分為兩種：光源一與光源二，光源一是由是 532nm 激光器 (Big Sky Laser, 6ns 脈衝持續時間) 所產生的雷射光；光源二，是在原本的光路上設置一個針對 355nm 波長的光反射率為 99% 的反射鏡，產生較弱能量的光源，稱為光源二。

結果

首先由第一階段與第二階段探討基質材料 PMMA 的特性，由於在 400nm 和 700nm 之間具有低吸收的特性，在此區間作為基質材料，以表現 Rh6G 的特性；基質材料的反射率，由吸收度、反射率以及膜後的計算，便可得知基質材料的折射率，約為 1.2 左右。實驗結果顯現出膜厚對於實驗的準確性也有很大的影響，在 1067nm 的厚度下，實驗結果更加接近論文參考數據中的 1.25 的折射率。



隨機雷射的控制變因，分為兩種，一是提供能量的光源強度，二是散射體的濃度。使用不同濃度，並觀察其產生隨機雷射的效果，由量測結果可知， $10^{-1}M$ 的放射光譜較 $10^{-2}M$ 的效果好；由下圖可知，在某個濃度範圍內，才會產生起伏，光源一為 0.3M~0.6M、光源二為 0.3M~0.4M。



結論

從上述的實驗結果可知，並沒有產生隨機雷射的現象、亦無沒有產生多個高峰，也沒有出現很小的帶寬，失敗的原因很可能是因為銀粒子的濃度還沒有達到最理想的濃度。

參考資料

- [1] Frank Padera (2013). *Measuring Absorbance (k) and Refractive Index (n) of Thin Films with the PerkinElmer Lambda 950/1050 High Performance UV-Vis/NIR Spectrometers*. PerkinElmer, Inc. Shelton, CT USA
- [2] Tagreed K. Hamad (2013, September). Refractive Index Dispersion and Analysis of the Optical Parameters of (PMMA/PVA) Thin Film. *Journal of Al-Nahrain University*, Vol.16 (3), 164-170.
- [3] FAN Da-Yong, FU Zeng-Juan, XU Wen-Ting, XIE Zong-Qiang (2015). A new method to measure and calculate light intensity and light quality simultaneously by using portable spectrometer. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 39, 917-923.
- [4] Sheng-Hung Lin ; Po-Yen Chen ; Yi-Han Li ; Chien-Hsing Chen ; Ja-Hon Lin ; Yao-Hui Chen ; Shwu-Yun Tsay ; Jin-Jei Wu(2017). Manipulation of Polarized Random Lasers from Dye-Doped Twisted Nematic Liquid Crystals Within Wedge Cells. *Journal of IEEE photonics*.
- [5] Mohammad Suja; Sunayna Binte Bashar ; Jianlin Liu(2016). Plasmon-enhanced electrically pumped random lasing in ZnO metal-semiconductor-metal devices. *Journal of IEEE photonics*.
- [6] Hui Cao; Brandon Redding; Michael A. Choma(2014). Physics and Applications of Random Lasers. ECOC.

專題海報檔案格式（直式），建議格式如下：

- （1）輸出格式為寬 60 公分* 高 90 公分，故圖片解析度建議 300dpi 以上(約 7000 萬畫素)
- （2）格式：PDF 檔，建議設定為「印刷品質」，海報將由系辦輸出印製。
- （3）海報請務必標明:專題題目、指導老師、組別（號）、組員姓名等資訊。