

# 基於損耗模態原理的電場式 蛋白質感測器

系所／電子工程學系

指導老師／林鈺城

組員／游玟瑩、尹盈之、黃煒茹、呂承軒、盧少甫

損耗模態共振(LMR)的光學感測技術可應用於生物與醫學，是一種具潛力的感測平台。LMR 用金屬氧化物和聚合物取代了用於表面電漿共振 (SPR)感測器中的貴金屬材料，可降低成本。它能夠在光譜中調整共振波長的位置，利用橫向電場(TE)和橫向磁場(TM)偏振光激發共振，並產生多個共振波長，可應用於 pH 值、溫濕度、化學物質和生物感測器。本專題以 LMR 為基礎，增加電場控制功能，透過外加電場控制蛋白質的移動，可節省一般生物感測器複雜的表面改質過程。此外，光源的穩定性可減少 LMR 波長的誤差，因此我們另外製作一個寬頻光源，提高蛋白質感測器測量的穩定性。

我們自製一台光源機，將它取名為 MCU light。材料使用壓克力（熔點 $160^{\circ}\text{C}$ ），箱子大小為 $30\text{cm} \times 10\text{cm} \times 15\text{cm}$ ，利用鹵素燈泡將光纖連接光源機與光譜分析儀，調整透鏡位置找到光頻譜強度最高的地方，如圖1。



圖1：MCU light 架設圖

我們使用光軸長度為 $0.2\text{mm}$ 的鋁製對光平台和 $30 \times 30 \times 0.4\text{mm}$ 的ITO玻片，ITO薄膜厚 $100\text{nm}$ ，作為我們的LMR感測器，如圖2所示。

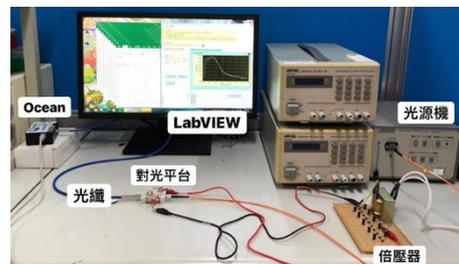


圖2：蛋白質感測系統

關於10倍壓電路，變壓器規格為交流輸入 $110\text{V}$ ，交流輸出 $24\text{V}$ ，以三用電表量測各整數倍之輸出端節點電壓，以 $31\text{V}$ 為基準，如圖3（以10倍壓為例）。



圖3：倍壓器（最大倍壓）

配製不同濃度的甘油水溶液，由 LMR 實驗量測共振頻譜圖，如圖4 (70%甘油折射率)。

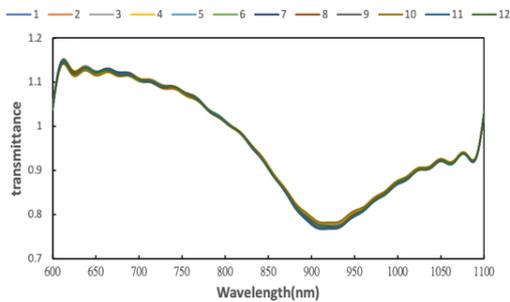


圖4：70%甘油折射率為1.426的共振頻譜圖

電場的設計，必須避免電流流經待測物，上下電極板之間需有絕緣介電層，才能形成電場。因此，我們設計一組可外加電場的 LMR 感測器，使用鍍有 ITO 的玻璃平板作為下板，並做為導光層，以銅箔貼紙的玻璃作為上板，銅箔面朝上；下板 ITO 面朝上，使電流不會由銅箔流至 ITO。兩平行板間以塑膠墊片墊高，形成一個可加電極的中空結構。上板電極採用銅箔貼紙，下板則是在 ITO 面一端塗抹銀漿和銀線，完成一個可加電場之 LMR 感測器，與對光平台組合如圖 5。

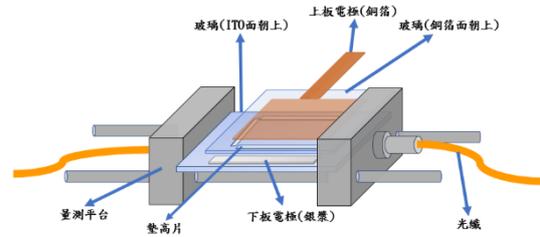


圖5：可外加電場 LMR 感測器與對光平台的組合示意圖

我們將下板ITO接負電；上板銅箔接正電，並使用10%的BSA溶液及±310V的高電壓來量測。前一小時使用+310V時，可以看出共振波長往上增加，由865 nm上升至869.5 nm，結束後直接接-310V，再量測一小時，可以看到波長又從869.5 nm回到原本865 nm，如圖6。共振波長會上升是因為蛋白質帶負電產生靜電作用，異性相吸而吸附至ITO上，波長下降回原本的位置是因蛋白質同性相斥而離開ITO表面。

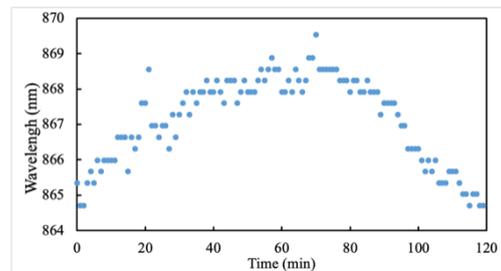


圖6：10%BSA 溶液加±310V 電壓的共振波長分布圖