

蛋白質感測器表面改質過程中的 光特性研究

系所／電子工程學系

指導老師／林鈺城

組員／解東翰、陳思穎、柯冠宇、鄭宇傑、林彤璟

一般生物感測器作蛋白質抓取時，通常需要在感測表面作特定蛋白質探針，也就是表面改質程序[1]。而現階段表面改質是否成功，都是做完完整的改質程序後，才能藉由最後的蛋白質抓取實驗得知結果[2,3]。但改質程序非常耗時，中間任意程序若失敗，無從得知，浪費時間與成本。本專題研究目的希望藉由一個基於損耗模態共振(LMR)原理的蛋白質感測器[4]，如圖 1 所示，在表面改質的每道程序加上光特性測量，藉由光的穿透度，了解改質過程中表面物質的改變，並建立各改質程序的光學特性，間接確認每道改質程序，以節省時間與成本。在未來生醫感測製程中，極具潛力的技術。

我們使用光軸長度 0.4 mm 鋁製對光平台和 20×30×0.7 mm 的 ITO 玻片，經過架設後作為我們的感測器，如圖 2 所示。實驗共有 4 個階段依照順序分別為：清洗玻片、泡入 RCA 溶液使玻片產生羥基、使用矽烷溶液使羥基接上矽烷、將改質完成的玻片泡入 1% 的牛血

清蛋白(BSA)溶液使探針抓取蛋白質，如圖 3 所示，最後將有 BSA 的玻片以超純水沖洗。在每個階段完成後會進行測量的動作，利用光纖將光引入每道改質階段完成的玻璃平板上，測量在空氣中的光譜(P_0)，最後將光引入光頻譜儀中讀取光譜，再使用 Labview 進行分析。

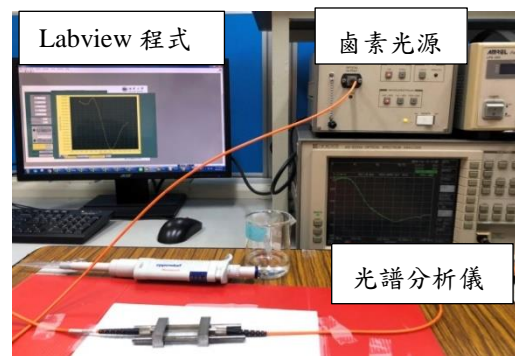
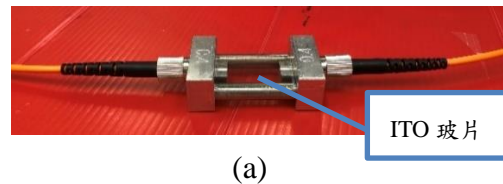
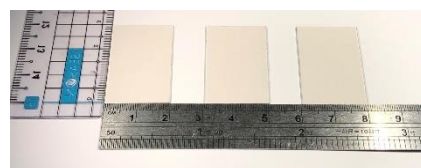


圖 1.LMR 量測系統



(a)



(b)

圖 2.(a)對光平台(b)ITO 玻片

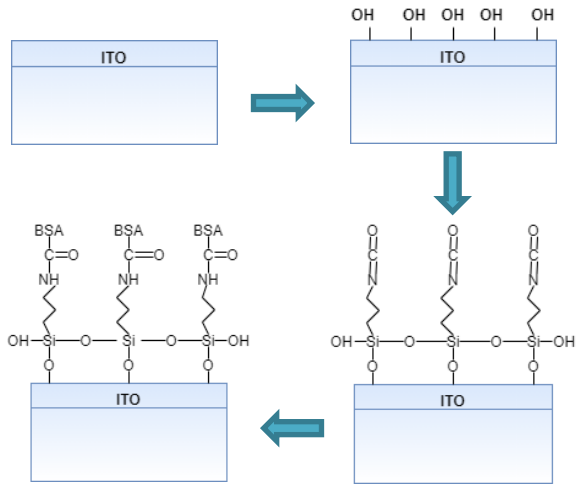


圖 3.各階段產生化學鍵和接上 BSA 示意圖

我們使用穿透度公式 $T = \frac{P}{P_0}$ ，來計算表面改質時各個階段的穿透度，結果如圖 4 所示，其中

- I、I'：量測清洗後 ITO 玻片的 P_0 ，I 為第一次量測、I' 為第二次量測。
- II：量測 ITO 玻片產生羥基後的 P_0 。
- III：量測 ITO 玻片產生矽烷後的 P_0 。
- IV：量測改質後的 ITO 玻片抓取 BSA 的 P_0 。
- IV'：量測使用超純水沖洗 ITO 玻片後的 P_0 。

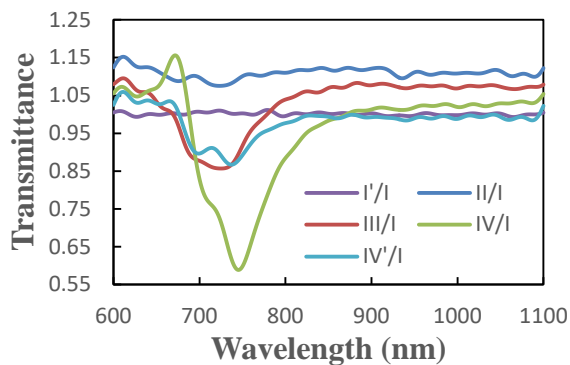


圖 4.各個階段的穿透度

由圖 4 中發現在 I 階段穿透度的皆趨近於 1，表示在相同的情況下讀取兩次，理論下是相同的；II 階段時穿透度沒有明顯的下降且趨於平穩，表示羥基有附著上去；III 階段穿透度開始明顯的下降，下降的波長位於 723 nm，穿透度為 0.857，表示羥基接上矽烷這部分有附著上去；IV 階段穿透度的下降程度最為明顯，下降的波長位於 745.5 nm，穿透度為 0.589，表示經過表面改質後接上 BSA 有明顯的附著上去；IV' 階段下降的波長位於 737 nm，穿透度為 0.867，波型明顯回彈，與 III 矽烷化後的波型相似，表示稍微清洗過玻片表面的 BSA 有被清洗掉，所以波型有反彈回去。

[1] V. Silin, et. al., "SPR Studies of the Nonspecific Adsorption Kinetics of Human IgG and BSA on Gold Surfaces Modified by Self-Assembled Monolayers (SAMs)," *Journal of Colloid and Interface Science*, **185**(1), 94-103 (1997).

[2] R. K. Singh, et. al. *Fiber optic biosensors: Types, optical parameters, applications and future scope. in AIP Conference Proceedings*. 2020.

[3] M. Z. H. Khan, "Effect of ITO surface properties on SAM modification: A review toward biosensor application," *Cogent Engineering*, **3**(1), 1170097 (2016).

[4] A. Ozcariz, et. al., "A Comprehensive Review: Materials for the Fabrication of Optical Fiber Refractometers Based on Lossy Mode Resonance," *Sensors*, **20**(7), 1972 (2020).