

# 基於損耗模態共振原理的折射率感測器 之特性研究:不同薄膜材料的影響

系所／電子工程學系

指導老師／林鈺城

組員／張祐璋、溫一賢、張凱翔、胡丞緯、徐致皓

生醫感測器必須能夠高靈敏度地偵測特定分析物，無論是在環境監控[1]、食品安全[2]、藥物開發[3]、醫療照護[4]或生物[5]研究上，愈來愈重要。本研究目的在以損耗模態共振 (LMR, lossy mode resonance)感測原理為基礎[6]，建立一個以玻璃平板為基材的簡易、便宜、高靈敏的感測器，如圖 1 所示。初步先做光學上的折射率感測，一旦建立完成，未來可推廣檢測生物或醫學物質。研究中，我們將五種不同薄膜材料(ITO、TiO<sub>2</sub>、CuO、ZnO、SnO<sub>2</sub>)鍍在 30×30×0.4 mm 的玻璃上，對 LMR 效果進行量測。以不同待測液折射率測得感測器之穿透度，再分析靈敏度與量測不確定度。

為了測量玻璃平板感測器的穿透度與靈敏度，我們利用鹵素光源，藉由光纖引入到滴上待測液的玻璃平板上，最後將輸出光引入光譜分析儀進行



圖1. 金屬氧化物玻璃平板架設於對光平台上



圖2.LMR測量系統

分析，而儀器與電腦之間的溝通則由 LabView 程式控制，如圖 2 所示。ITO、CuO 與 SnO<sub>2</sub> 在不同折射率的穿透度如圖 3，最低穿透度對應的波長，即為共振波長。

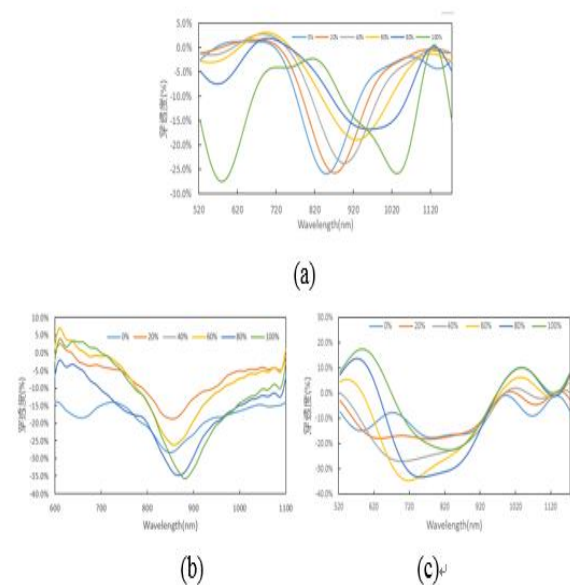


圖3.(a)CuO (b)ITO (c)SnO<sub>2</sub>的穿透度

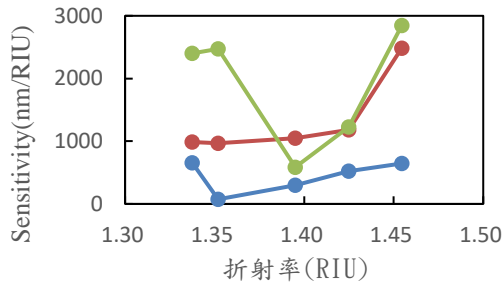


圖4. CuO(紅) ITO(藍) SnO<sub>2</sub>(綠)的靈敏度

表1. 三種材料靈敏度

n	CuO	ITO	SnO <sub>2</sub>
1.33	986.73	656.25	2398.48
1.36	968.19	73.68	2473.92
1.39	1048.43	300.00	586.03
1.42	1181.04	523.21	1226.00
1.45	2484.16	643.10	2844.79

共振波長會隨折射率增加，往長波長移動。靈敏度的定義為每單位折射率的共振波長變化，測量結果如圖 4，表 1。由數據中比較三種材料，可以發現 CuO 的靈敏度最高 2484.16 nm/RIU，ITO 為 643.10 nm/RIU，SnO<sub>2</sub> 為 2844.79 nm/RIU，都發生在折射率 1.45 的環境下，但三種材料的最低靈敏度卻發生在不同的折射率，在折射率 1.36 時 CuO 最低為 968.18 nm/RIU，ITO 為 73.68 nm/RIU，而折射率 1.39 時 SnO<sub>2</sub> 最低為 586.03 nm/RIU。

參考資料：

1. Śmietana, M., et al., *Simultaneous optical and electrochemical label-*

2. Zubiante, P., et al., *Tunable optical fiber pH sensors based on TE and TM Lossy Mode Resonances (LMRs)*. Sensors and Actuators B: Chemical, 2016. 231: p. 484-490.
3. Tiwari, D., et al., *An ammonia sensor based on Lossy Mode Resonances on a tapered optical fibre coated with porphyrin-incorporated titanium dioxide*. Sensors and Actuators B: Chemical, 2017. 242: p. 645-652.
4. Singh, R.K., P. Lohia, and D. Dwivedi. *Fiber optic biosensors: Types, optical parameters, applications and future scope*. in *AIP Conference Proceedings*. 2020. AIP Publishing LLC.
5. Zubiante, P., et al., *High sensitive and selective C-reactive protein detection by means of lossy mode resonance based optical fiber devices*. Biosensors and Bioelectronics, 2017. 93(Supplement C): p. 176-181.
6. Ozcariz, A., C. Ruiz-Zamarreño, and F.J. Arregui, *A Comprehensive Review: Materials for the Fabrication of Optical Fiber Refractometers Based on Lossy Mode Resonance*. Sensors, 2020. 20(7): p. 1972.