

降低量測不確定度的方法探討：以損耗 模態共振光頻譜測量為例

系所／電子工程學系

指導老師／林鈺城

組員／蔡亞儒、姜文捷、胡嘉瑋

量測的數據會隨著環境（濕度、溫度）、儀器、人員操作等原因，讓量測的結果產生誤差。為此，國際標準化組織(ISO)等七個單位聯合訂定了「量測不確定度表示方式指引」，建立了量測和表達不確定的規則，而其中的誤差分析一直是測量科學或計量實踐的核心。物聯網的基本架構是利用各種感測器蒐集信號，而光學感測器因體積小、重量輕、抗電磁干擾和高靈敏度等優點，成為一個有潛力的研究課題，其中，光學感測器較著名的有表面電漿共振(SPR)和損耗模態共振(LMR)。相較下，LMR 的靈敏度更高，其金屬氧化物鍍膜材料較便宜，有利於發展高靈敏度的各種感測器。因此本次專題，我們將依國際標準(ISO 2008 GUM:1995)，以量測不確定度 A 類的評估方法，評估 LMR 的量測不確定度，研究影響 LMR 感測器誤差的因素。研究的結果，可應用到許多工業及醫學健康方面的檢測，提供一套降低量測不確定度的參考準則。

為了找出較低的量測不確定度，我們設計實驗，探討不同儀器組合的量測不確定度，以量測不確定度 A 類的評估方法，找出降低量測不確定度的系統組合。實驗中，使用兩台寬頻光源，分別為 ANDO AQ4303B 與 MCU light(此為自製光源)。使用兩台光譜儀，分別為 ANDO 6315A 與 OCEAN OPTICS USB 2000+，如此可搭配出 A、B、C、D 四種儀器組合，如表一。LMR 感測器由鍍有 ITO 薄膜的玻璃構成，尺寸為長×寬×高為 30×30×0.42 mm，ITO 膜厚為 100 nm。LMR 感測器實驗架設如圖 1 所示。

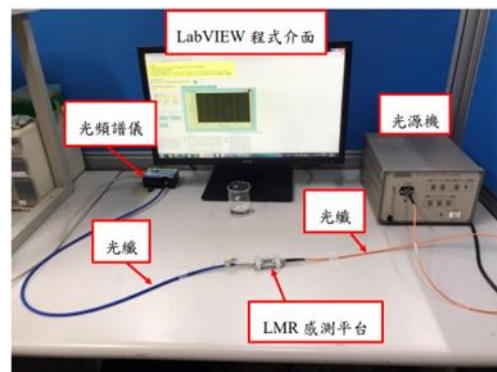


圖1：LMR 架設示意圖

配製 4 種不同濃度的甘油水溶液作為待測液，並以折射率計測量對應的

折射率，分別為 1.333、1.355、1.381、1.410。以 1.355 待測液測量得 LMR 共振光頻譜圖，如圖 2 所示。

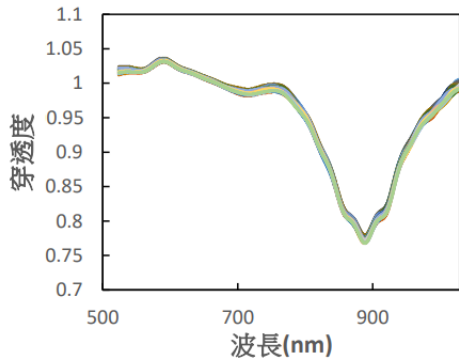


圖2：20%甘油折射率為1.355的共振頻譜圖

LMR 光譜圖以 D 組合為例 (四種折射率，運用平均值來畫圖) 測量出 LMR 波長，如圖 3 所示。

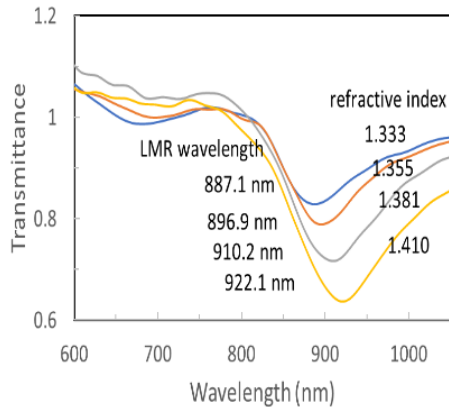


圖3：LMR 光譜圖

依平均標準差公式計算，在 95% 的信心水準下，Extended 係數 $k=2$ ，計算出量測不確定度，結果如表 1。

表1：各儀器組合的量測不確定度

Refractive Index (n)	Refractive Index (n)			
	1.333	1.355	1.381	1.410
Combination				
A. MCU light / Ocean Optics USB 2000+	0.28	0.18	0.32	0.08
B. MCU light / ANDO 6315	0.26	0.58	0.98	0.92
C. ANDO AQ4303B / Ocean Optics USB 2000+	0.20	0.14	0.12	0.10
D. ANDO AQ4303B / ANDO 6315	0.68	1.14	1.04	0.58

經由 4 種不同儀器的組合搭配 4 種不同濃度的溶液分別測出 30 筆數據後，算出各組合的平均標準差(如表 1)。圖 4 是四種儀器組合的比較圖，可以比較出當 B、D 用相同光譜儀 ANDO AQ6315A，量測不確定度遠高於 A、C。再進一步比較，使用光源 ANDO AQ4303B 的 C，具有最低的不確定度。因此，適當地選用光源與光譜儀，在 95% 的信心水準下，可將量測不確定度由 1.14 nm 降至 0.14 nm，降幅可達 88%。

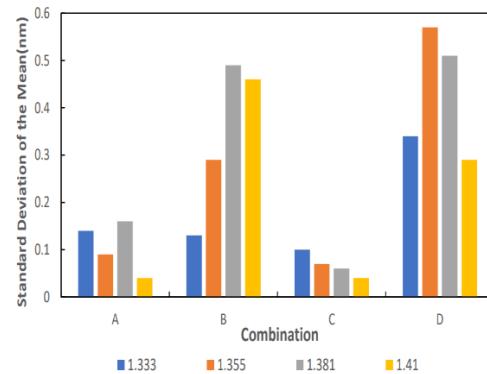


圖4：量測不確定度比較