

利用損耗模態共振感測器監測奈米銀粒子製造的研究

系所／電子工程學系

指導老師／林鈺城

組員／林聖倫、李健愷、盛睿涵、王昱翔

採用損耗模態諧振 (LMR) 感測器對銀離子水溶液進行催化反應的藍光 LED 陣列照射產生的奈米銀粒子 (SNP) 進行監測。SNP 的生成過程驗證了實驗中與 LMR 波長變化的相關性。

奈米技術的範圍已從材料工程擴展到光電子學、化學、化工、電子、能源等領域。貴金屬奈米顆粒因其在催化反應、生物應用、表面增強拉曼光譜和能量轉換等方面的新應用而受到廣泛關注。SNP 可以應用於抗菌材料，化妝品，醫療，也可以作為新的電子材料。例如，SNP 油墨可用於將 SNP 噴塗到基材上，並通過乾燥和低溫燒結使電路取代繁瑣的過程，避免大量化學材料的消耗。雖然通過 SNP 的光化學控制更容易控制生成品質，但如何監測 SNP 的形成仍然是一個大問題。相關的研究論文很少。在光學感測器中，LMR 的高靈敏

度非常有利於微小分子的檢測。因此，在研究中，我們使用 LMR 感測器來觀察 SNP 的形成過程，並找出光催化 SNP 的較好生成條件。該方法也可作為光催化監測其他奈米材料生成的可行方法。

我們採用光輔助還原法合成了 SNP。檸檬酸鈉是還原劑、保護劑和覆蓋劑。硝酸銀是銀離子的提供者。通過在硝酸銀中加入檸檬酸鈉並用 LED 藍光照射（光催化）來合成 SNP。該方法不需要預先合成銀顆粒，但光催化用於在照明期間輔助晶種的產生。化學反應式為

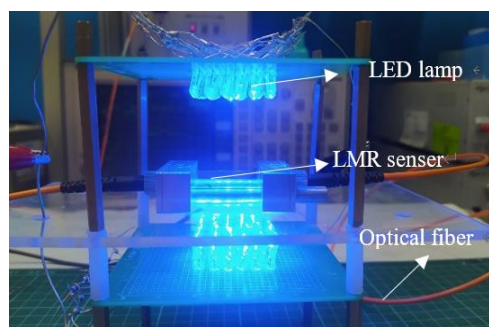
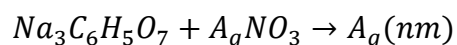


圖 1 自製藍光 LED 光催化平臺

使用兩個藍色 LED 陣列作為圖 1 所示的光源。它由三個壓克力板 (20 x 10 x 0.3 cm) 組成，中間由銅柱支撐，高度約為 2 cm，LMR 感測器中間有一個透明的壓克力板，它連接到鹵素光源 (ANDO AQ4303B) 作為光信號的輸入，另一端連接到光譜儀 (ANDO AQ6315A) 用於輸出光信號，然後連接到電腦進行光譜數據分析；上部和下部電路板使用烙鐵焊接到電路板的 72 個 LED 上。燈泡面積為 12.25 cm²，最後，LED 光源由電源同時驅動。實驗步驟如下：首先，使用移液管提取一些檸檬酸鈉 $Na_3C_6H_5O_7$ 的合成溶液，並將 $AgNO_3$ 硝酸銀滴在 LMR 感測器上。LMR 測量系統用於將頻譜記錄為 P0。打開 LED 光源，每 5 分鐘將光譜記錄為 P1。透射率定義為 $P1/P0$ 。LMR 發生在最小透射率下，其中 LMR 波長也被定義最後，LMR 波長變化可以被記錄並繪製 120 分鐘。

結果如圖 2 與圖 3 所示。它說明銀離子水溶液在被 LED 光源照射後的前 40 分鐘內將穩定地產生 SNP。SNP 的產生與時間近似線性。40 分鐘後，LMR 波長不再移動。也許 SNP 堆疊得太厚並

且超過了 LMR 的可檢測範圍，或者銀離子已經用完並且沒有產生 SNP(s)。在研究中，我們使用 LMR 感測器成功地觀察了銀離子水溶液。在被 LED 光源照射後，產生了明顯的 LMR 波長偏移，從 500 nm 到 837 nm。有 337 nm 的實質性偏移。未來，我們將改變照明強度和溶液的濃度，以找到縮短 SNP 生成時間的最佳條件。

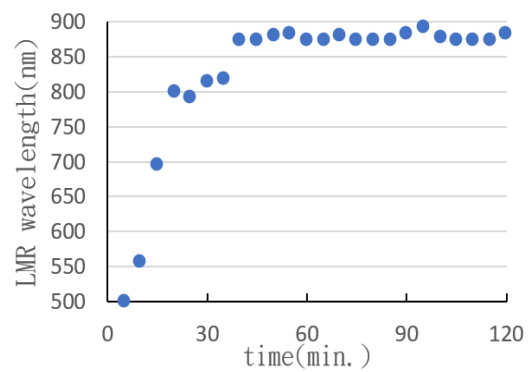


圖 2 SNP 生成過程的 LMR 波長變化

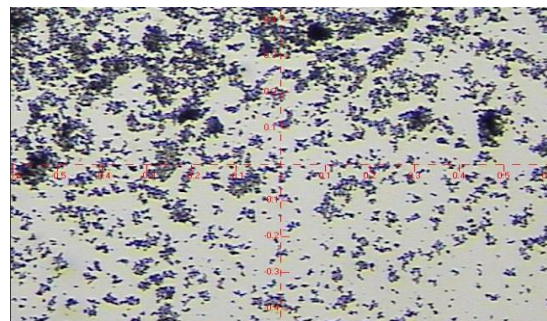


圖 3 使用顯微鏡觀察 SNP