

明志科技大學 材料工程系 – 110年四技專題製作競賽

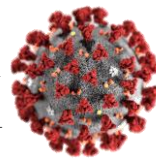
石墨烯複合材料應用於化學電阻式COVID-19感測元件

林郁修/U07187014(材四甲)、藍鈺淵/U07187150(材四乙)、徐語錄/U07187019(環實務)
指導教授:黃啟賢 博士

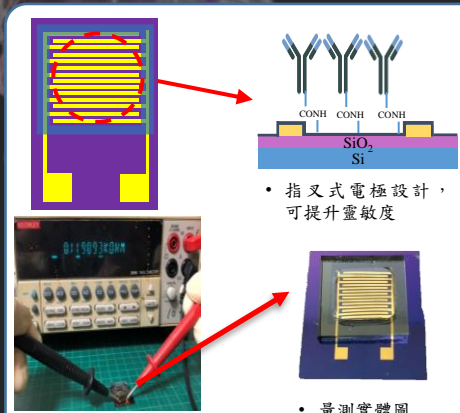
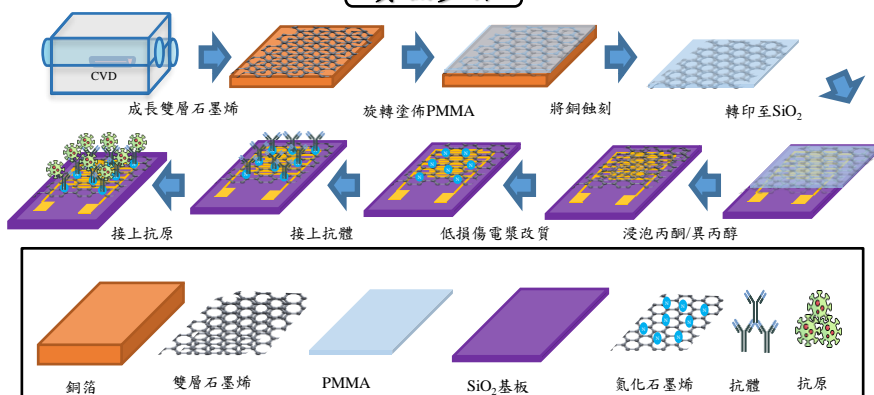
摘要

新冠肺炎(COVID-19)於2019年底出現,並在2020年開始擴散全球,因對人類感染速度飛快,世界衛生組織將其歸類為人類史上大規模流行病之一,其對中老年人,容易引發呼吸窘迫症候群或多重器官衰竭、休克等,嚴重時會導致死亡;截至今日已有4.69億確診個案,其中逾607.5萬人死亡,對我們社會帶來許多不便。

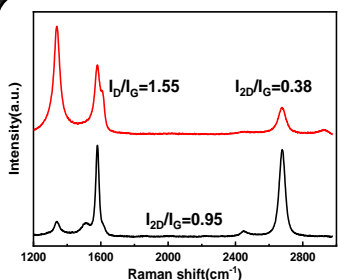
本研究使用石墨烯複合材料做為生物感測元件,並用於檢測COVID-19。將化學氣相沉積法(CVD)所製備的雙層石墨烯轉印至鍍有指叉式電極之二氧化矽基板(SiO₂)；之後利用低損傷電漿(Low Damage Plasma Treatment, LDPT)改質,使低能量的自由基以擴散方式到達試片表面形成氮化石墨烯(NG)複合材料,抗體通過尾端羧基(-COOH)與石墨烯複合材料的胺基(-NH₂),發生脫水反應,形成肽鍵(CONH)並固定在石墨烯複合材料上。最後將不同濃度之抗原連接至抗體,並量測其感測元件之電阻變化率。



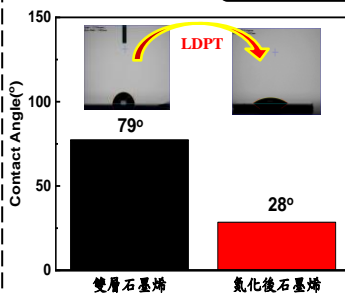
實驗步驟



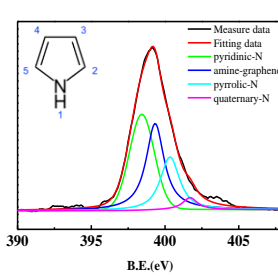
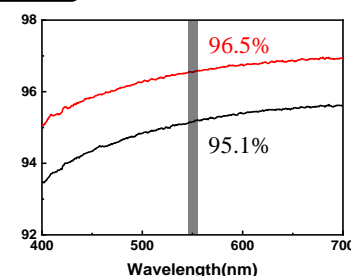
結果與討論



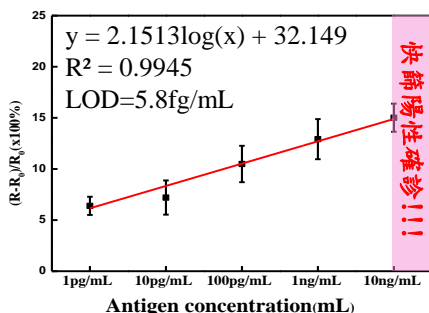
拉曼光譜顯示了雙層石墨烯(黑色)與低損傷電漿處理後的氮化石墨烯特性(紅色);可看出氮化石墨烯相較於石墨烯, D峰明顯上升,且2D峰下降。



低損傷電漿處理處後之水接觸角,可改善表面親水性,有利生物分子接合。

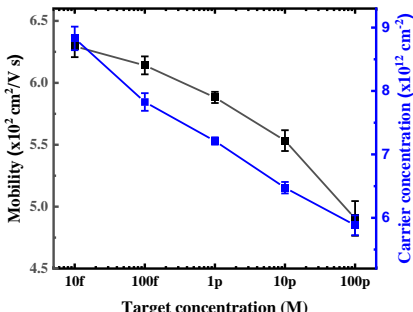


電阻變化率



不同濃度之抗原接上抗體後的電阻變化率趨勢圖;隨著抗原濃度下降,電阻變化率也隨之下降。利用線性公式計算,此生物感測元件偵測極限為5.8fg/mL。

霍爾效應



螢光劑



透過螢光顯微鏡觀察,連接上抗原抗體的二級抗體螢光劑,可明顯看出綠色光點。此步驟可證實生物分子與感測元件產生鍵結。

結論

1. 本研究成功開發出石墨烯複合材料,並證明其在Covid-19之電阻式生物感測元件檢測中的應用。
2. 利用XPS、拉曼光譜及水接觸角證明,低損傷電漿成功將氮原子摻雜至上層石墨烯,形成石墨烯複合材料。
3. 利用二級抗體螢光劑,連結至抗體上方之抗原,證實生物分子與感測元件產生鍵結。
4. 隨著抗原的濃度增加(1pg/ml~10ng/ml),石墨烯複合材料表面之抗體接上較多抗原,使的電阻變化率逐漸增加。
5. 透過公式計算,此感測元件的偵測極限為5.8fg/mL(線性量測範圍10ng/mL~1pg/mL)。