



禪譜科技

## 2.2 網版印刷銀電極

## 2.2 網版印刷銀電極

銀可被當作工作電極而應用於在生物醫藥、食品安全、環境檢測領域，也可以當作參考電極，前提是要經過化學或電化學處理成銀/氯化銀電極方能穩定使用，也有人會將銀處理成氧化銀當作擬參考電極，其參考電位會有些許不同，可參考圖1得知，氧化銀( $\text{Ag}/\text{Ag}_x\text{O}$ )對於標準氫電極的電位為 $-0.153\text{ V}$ ，銀/氯化銀的參考相對電位是 $0.197\text{ V}$ 。(1)

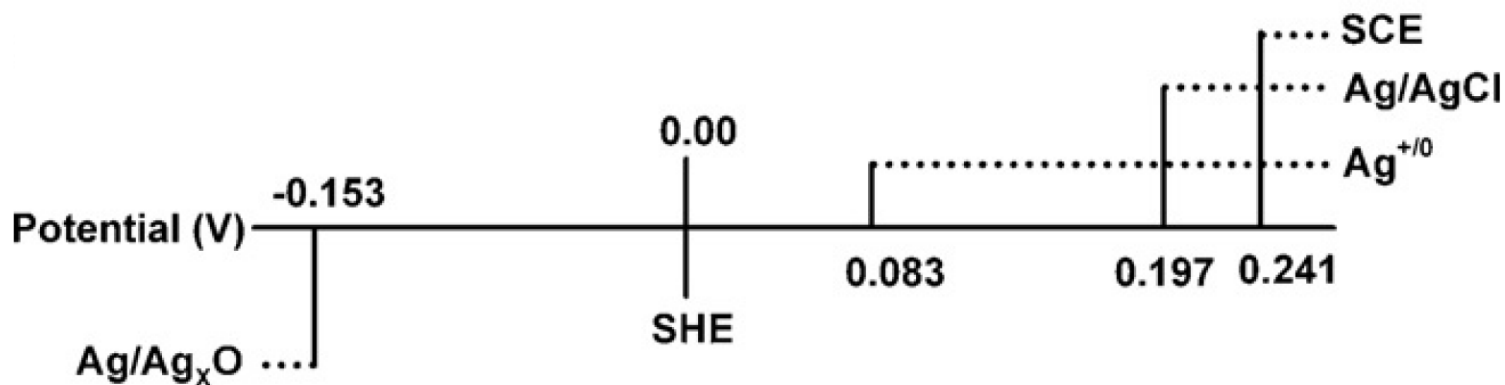


圖1 各種參考電極相對於標準氫電極的參考電位

Reference

(1)Mei-Hsin Chiu, Wan-Ling Cheng, Govindan Muthuraman, Cheng-Teng Hsu, Hsieh-Hsun Chung, Jyh-Myng Zen, Biosensors and Bioelectronics 24 (2009) 3008–3013

## 2.2.1 網版印刷銀電極應用於鹵素離子偵測

參考中興大學曾志明教授與邱梅欣博士發表文獻，當網版印刷銀電極用於工作電極時，可以偵測溶液中鹵素離子，電極製作是由網版印刷技術製成銀的三電極系統，參考電極僅須將銀處理成氧化銀即可使用，工作電極與輔助電極皆為銀，並自製一偵測治具以利偵測，如圖2所示。(1)

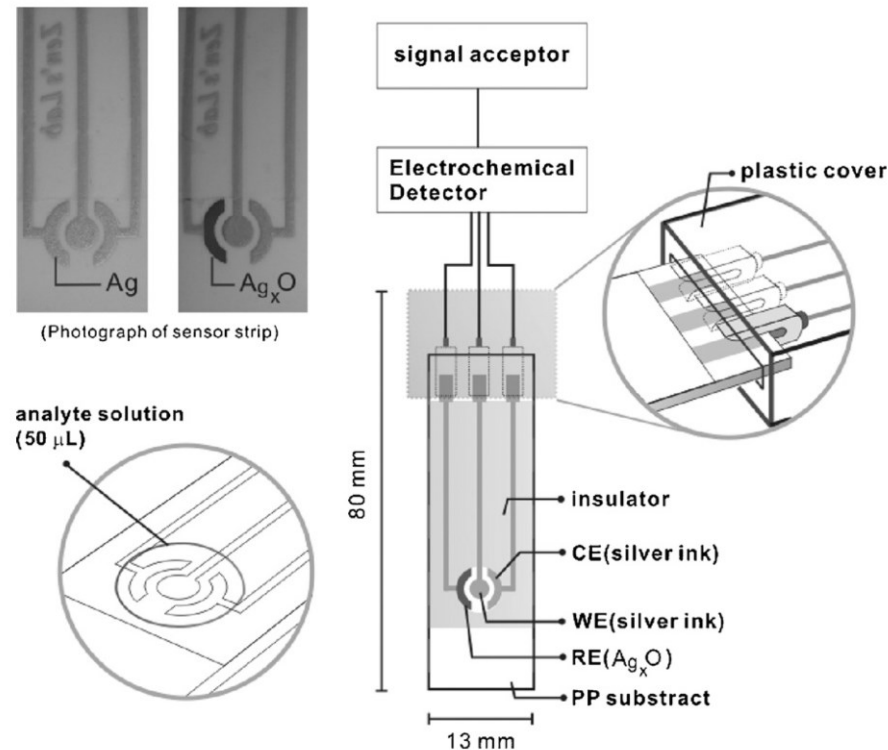


圖2 網版印刷銀電極三電極偵測系統

(1) Mei-Hsin Chiu, Wan-Ling Cheng, Govindan Muthuraman, Cheng-Teng Hsu, Hsieh-Hsun Chung, Jyh-Myng Zen, *Biosensors and Bioelectronics* 24 (2009) 3008–3013

## 2.2.1 網版印刷銀電極應用於鹵素離子偵測

典型銀電極對氯離子、溴離子及碘離子的電化學圖譜如圖3所示，可觀察一明顯之氧化還原波峰，電位則依據離子種類而有不同，因此可針對一現象進行鹵素離子的同步偵測與定量。圖4表示網版印刷銀電極可以在同時含有這三種鹵素離子的真實樣品中定量100  $\mu\text{M}$ 到10 mM的鹵素離子。(1)

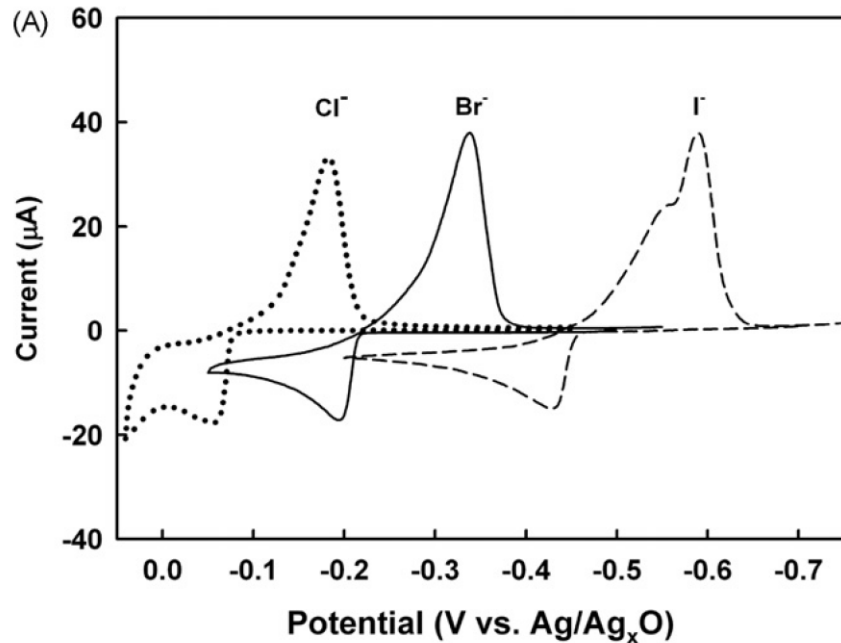


圖 3 鹵素離子循環伏安圖(500 $\mu\text{M}$ )

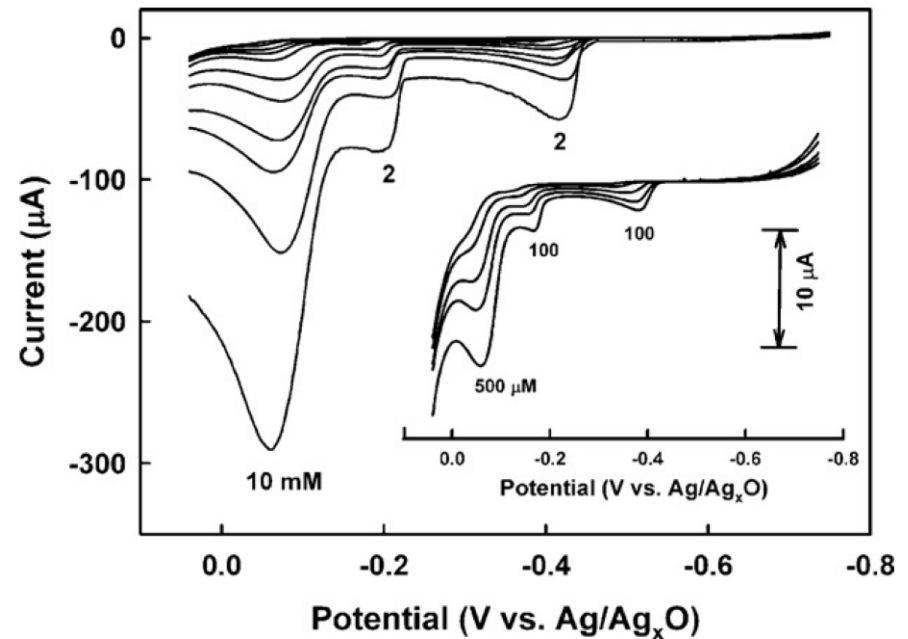


圖 4 同步偵測鹵素離子

Reference

(1)Mei-Hsin Chiu, Wan-Ling Cheng, Govindan Muthuraman, Cheng-Teng Hsu, Hsieh-Hsun Chung, Jyh-Myng Zen, Biosensors and Bioelectronics 24 (2009) 3008–3013

## 2.2.2 網版印刷銀電極應用於鉛離子( $\text{Pb}^{2+}$ )的偵測

此外，網版印刷銀電極亦可應用於鉛離子的偵測，中興大學曾志明教授與楊智超博士發表指出在不需要化學修飾處理的條件下，即可利用網版印刷銀電極、低電位沉積波峰(underpotential deposition peak, UPD-Pb)與方波剝除法偵測自來水樣品中微量的鉛離子，其偵測極限為 $0.355 \text{ A/ppb}$ ，線性範圍為 $5\text{--}80 \text{ ppb}$  ( $r = 0.9992$ )，如圖5,6所示。(1)

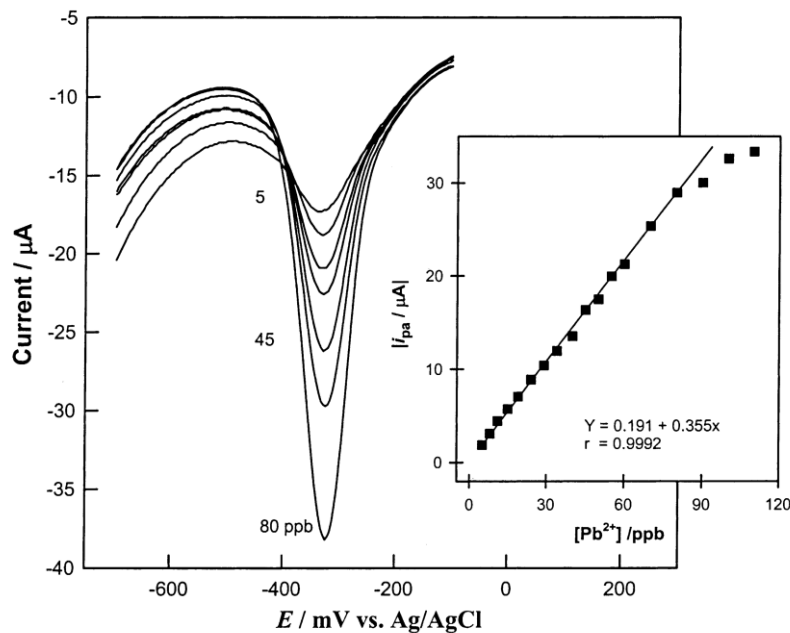


圖5 鉛離子方波偵測圖譜

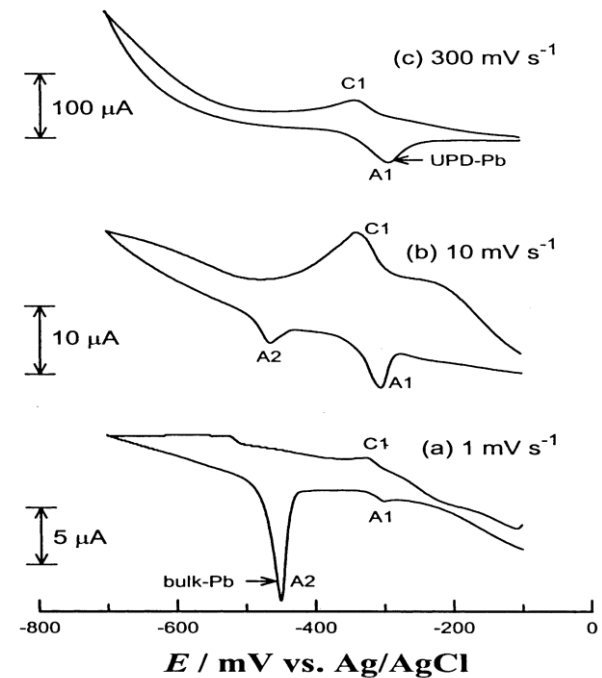


圖6 鉛離子循環伏安圖譜

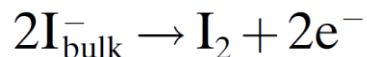
Reference

(1) Jyh-Myng Zen, Chih-Chio Yang, Annamalai Senthil Kumar, Analytica Chimica Acta 464 (2002) 229–235

## 2.2.3 選擇性偵測化妝品中的汞離子

靜宜大學石瑩教授發表利用網版印刷銀電極與線性掃描伏安法偵測化妝品當中的汞離子，其方法主要是利用銀電極對碘離子的偵測訊號來間接偵測汞離子，碘離子的訊號會隨著汞離子增加而減少，其原理是碘離子首先會被銀電極氧化，同時碘離子亦會與汞離子形成汞齊離子而造成碘訊號的減少，因此可作為間接偵測汞離子的訊號來源，如方程式與圖7所示。(1)

Electrochemical oxidation:



Chemical (inhibitory step):

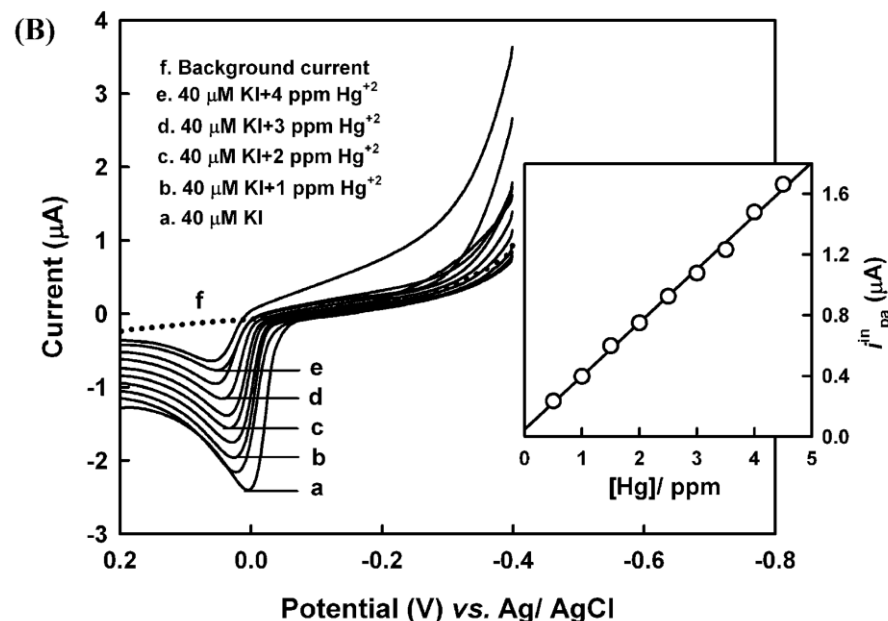
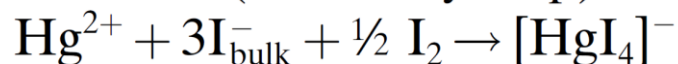


圖7 銀電極對碘離子的線性掃描伏安圖

## 2.2.4 電化學修飾奈米鉍網版印刷銀電極偵測化妝品中雙氧水

靜宜大學石瑩教授與中興大學曾志明教授發表修飾奈米鉍之網版印刷銀電極(SPAgE-Bi<sub>nano</sub>)偵測化妝品中雙氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)，線性範圍為 100 μM 到 5mM，奈米鉍金屬顆粒約為50 nm均勻分布於銀電極表面，如圖9所示，其三電極系統如圖8所示，參考電極僅須處理成氧化銀即可使用，雙氧水的偵測圖譜可由圖10得知，可觀察到一名顯得還原催化反應，因此可藉由此一行為進行化妝品樣品中雙氧水的定量。(1)

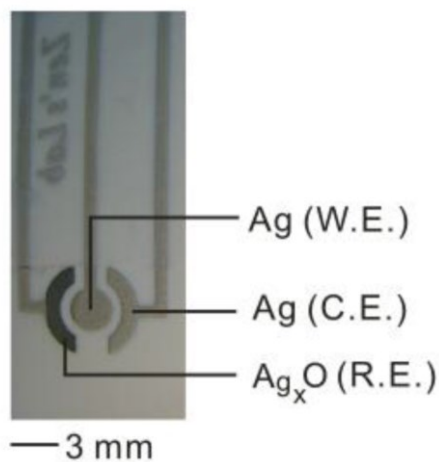


圖8 網印銀電極圖片

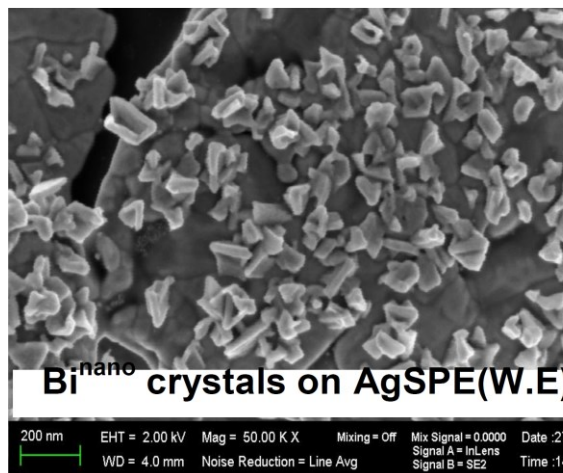


圖9 奈米鉍修飾網印銀電極表面電子顯微圖

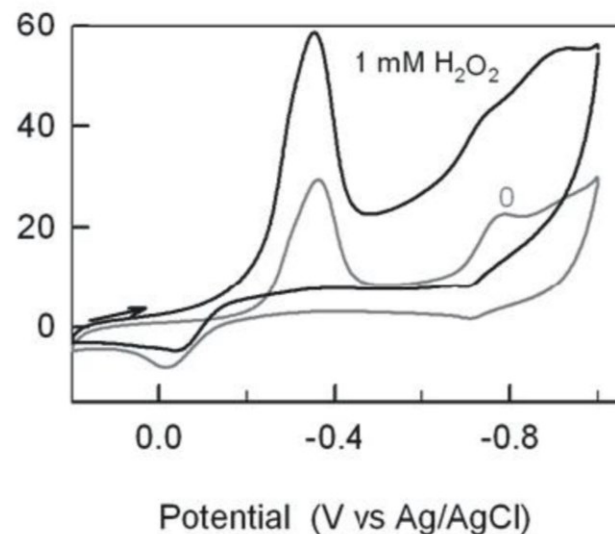


圖10 奈米鉍修飾網印銀電極對雙氧水的循環伏安圖譜

### Reference

(1) Mei-Hsin Chiu, Annamalai Senthil Kumar, Sundaram Sornambikai, Pei-Yen Chen, Ying Shih, and Jyh-Myng Zen, Int. J. Electrochem. Sci., 6 (2011) 2352 - 2365