



禪譜科技

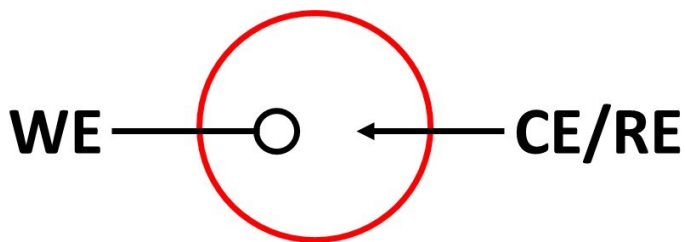
1.1 電化學系統

1.1 電化學系統

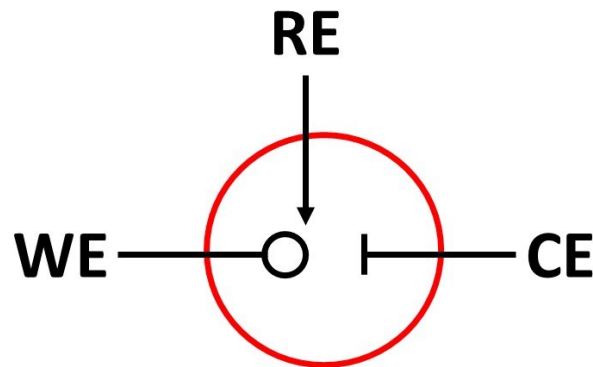
電化學系統基本組成是由陰極與陽極還有電解質所構成，一般而言，可分為雙電極系統與三電極系統，以下是電化學系統簡單介紹。

1.1.1 雙電極系統

雙電極系統包含工作電極 (working electrode (WE)) 及輔助 / 參考電極 (counter/reference electrode (CE/RE))，可用於測量系統中的電位，如圖一所示，此系統可用於進行極譜法並應用於電流對電位關係圖譜、能源儲存如電池、燃料電池等，還有電化學阻抗測試。



圖(一) 雙電極系統



圖(二) 三電極系統

References

(1) Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods and Applications* 2nd, 2001

(2) Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry* 2nd ed., 2000

1.1.2 三電極系統

電分析化學領域中，最常被使用的是三電極系統，組成元件包含工作電極(working electrode (WE))、輔助電極(counter electrode (CE))與單獨的參考電極(reference electrode (RE))，可用於準確量測系統中的電位與電流變化(如圖二所示)。

工作電極在電解質環境中施予適當的電壓條件下可被視為電子提供者或者是電子接收者的角色，工作電極最好能夠具有高訊雜比及寬廣的電位窗範圍(電化學分析需求)的特性，一般廣泛被應用於電化學領域的工作電極材料成分為碳、汞、白金及金等，其中碳、白金、金的電位窗範圍可參考圖三。(0.1M PBS, pH7 (vs. Ag/AgCl))

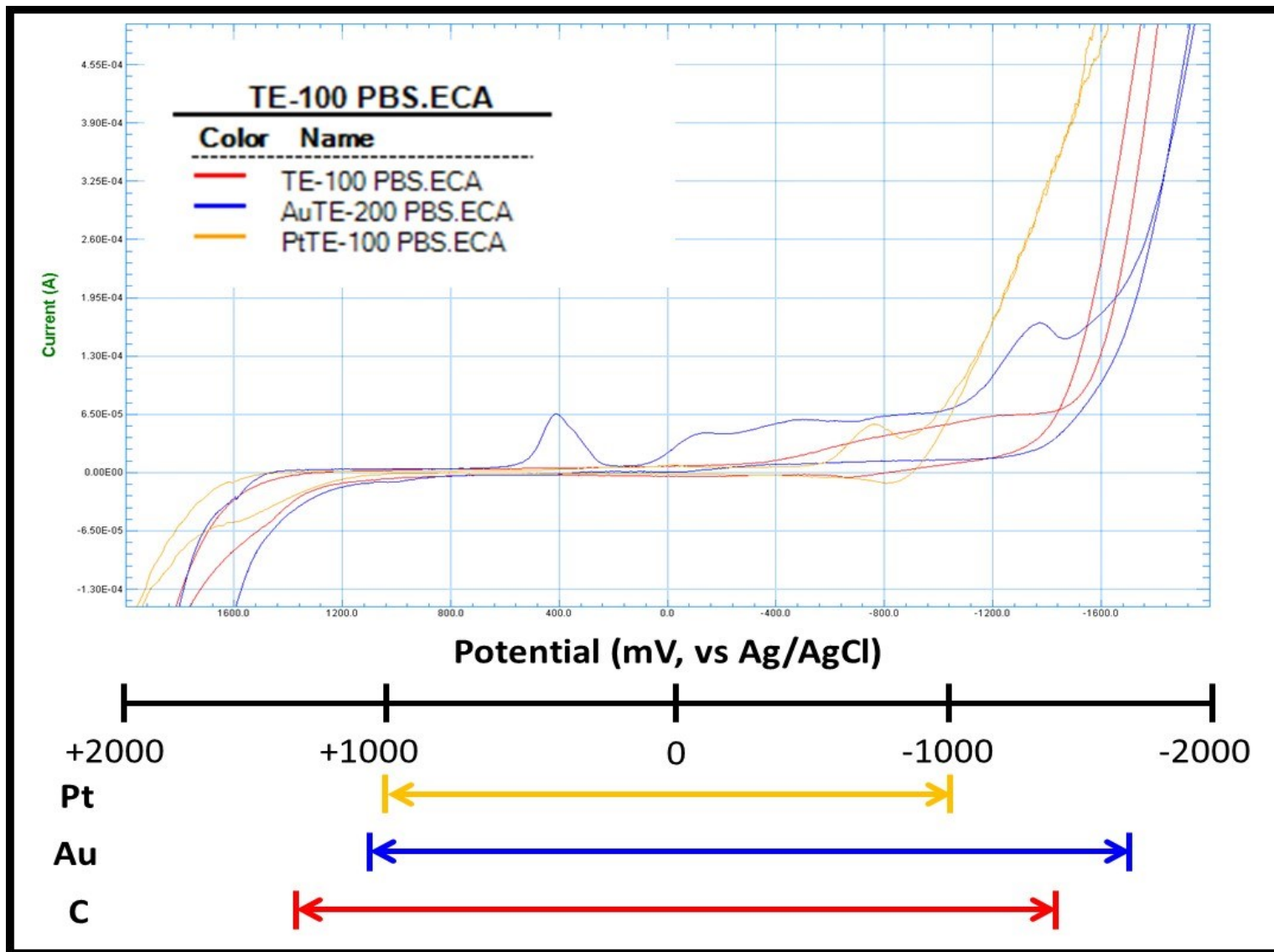
輔助電極則扮演與工作電極相對應的角色，當工作電極進行氧化反應時，輔助電極則進行還原反應，反之亦然，輔助電極不參與電化學反應僅提供電荷平衡功能。一般而言，輔助電極材料選用白金，其特性是具有高穩定性與高導電性進而完成電子迴路。輔助電極的電極面積理論上要大於工作電極10倍以上較佳，其原因則是盡可能讓電子迴路功能完整且快速。

References

(1)Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods and Applications* 2nd, 2001

(2)Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry* 2nd ed., 2000

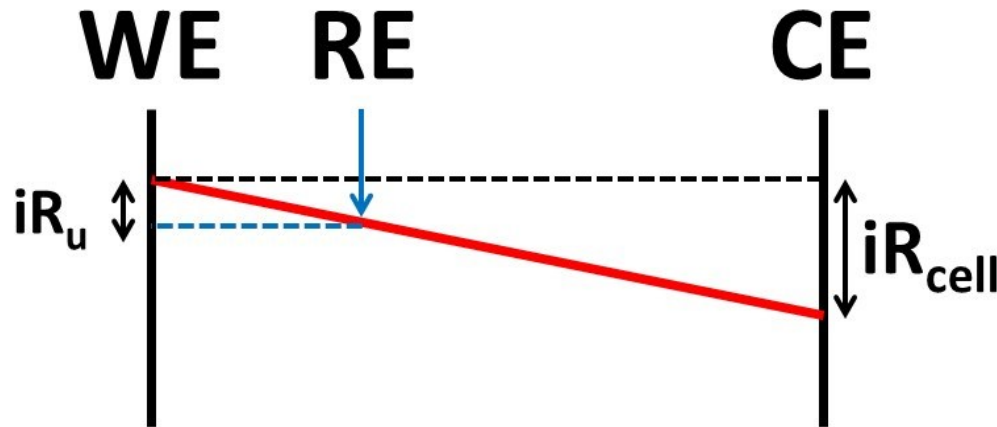
1.1.3 電位窗範圍



圖(三) 電位窗範圍

1.1.4 電位壓降

標準的參考電極應具備有理想非極化電極的特性，理應不會有電流流經此電極。在電分析化學系統中，參考電極的位置得盡量與工作電極靠近且固定距離，方能提供穩定的相對電位作為參考，根據文獻報導，理想距離為2倍參考電極尖端寬度為最佳，其目的是避免遮蔽效應以及能避免工作電極與輔助電極間的阻抗所導致的電位壓降 (iR_{cell})，可藉由電分析儀做修正補償。然而，工作電極與參考電極之間電位壓降則無法避免，因此也稱為無法補償之電阻(uncompensated resistance (iR_u))。如圖四所示。



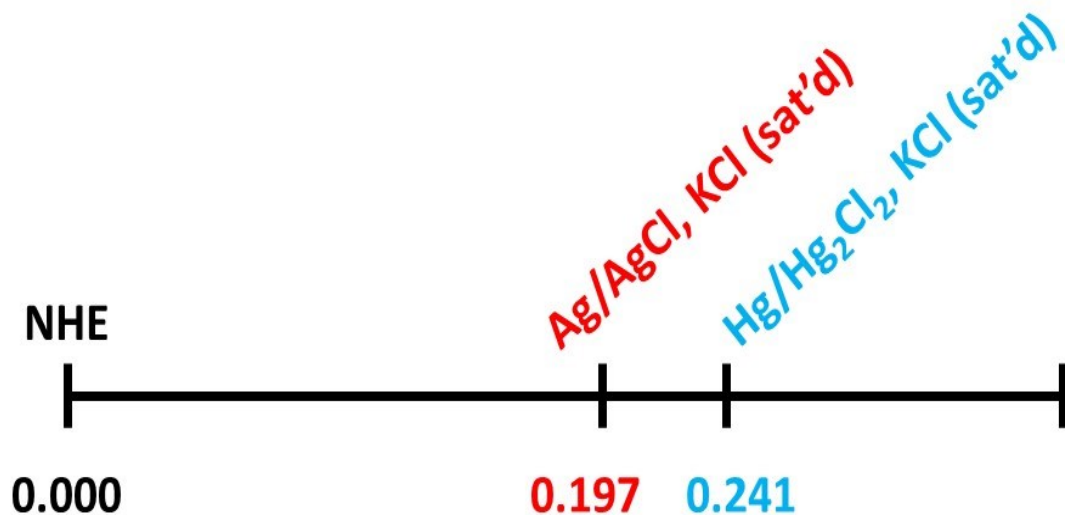
圖(四) 電位壓降

References

- (1) Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods and Applications* 2nd, 2001
- (2) Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry* 2nd ed., 2000

1.1.5 參考電極相對電位

電化學領域中有數種形式的參考電極被開發完成，最常被應用於電分析化學的則屬銀/氯化銀參考電極，其相對於標準氫電極參考電極的電位為 0.197 V，傳統銀氯化銀參考電極必須注意的是維持電極管柱內氯化鉀溶液的濃度與容量，避免電位因濃度改變而受影響，網版印刷三電極則不需考慮此一問題。另外一種常用的是甘汞電極，其相對電位約為 0.241 V，如圖五所示。



圖(五) 參考電極相對電位

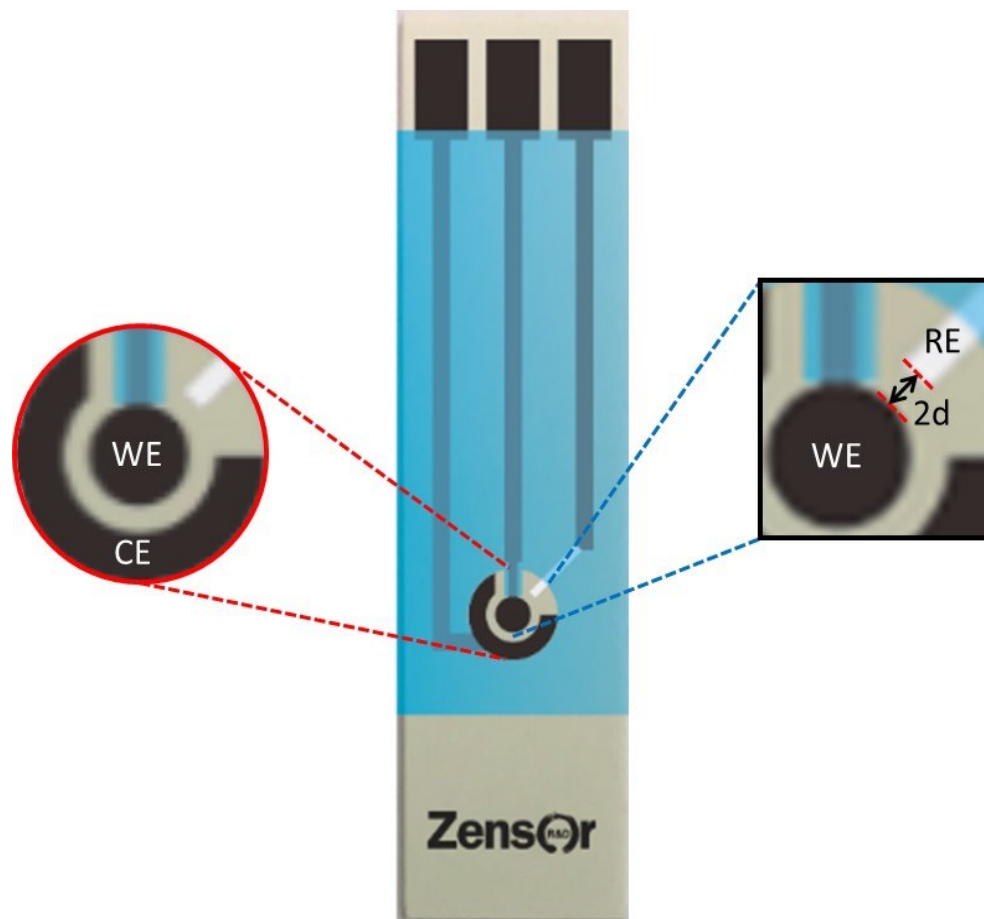
References

(1) Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods and Applications* 2nd, 2001

(2) Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry* 2nd ed., 2000

1.1.6 網版印刷三電極系統

網版印刷三電極系統廣泛被應用電分析化學領域，最大的理由是容易大量製造與再現性佳，此外，基於技術層面的考量，三電極間的相對位置與其面積大小可被精準地控制，因此可得到絕佳的再現性。如圖六所示。



圖(六) 網版印刷三電極系統

1.1.7 物質傳遞

物質傳遞在電化學過程中扮演著舉足輕重的角色，具電化學活性的目標物必須經由幾種方式被帶到電極表面方能進行電化學反應，包含了擴散(Diffusion)、遷移(Migration)與擾動(Convection)。

擴散: 是因為濃度梯度所造成的自然現象，高濃度會往低濃度擴散以降低該空間中的濃度差異。

遷移: 也是一種自然會發生的現象，但是必須在一電場作用下，帶電的粒子會因電場而移動到電極表面或遠離電極表面，端看電荷種類而定。

擾動: 基本上可分為兩種，分別是自然產生的及人為造成的，自然的擾動源自於密度的差異而產生流動，而人為因素則是蓄意利用攪拌溶液而產生流動現象或者是電極本身轉動，進而讓分析物可快速於偵測環境中平衡並且抵達電極表面而進行電化學反應。

References

- (1) Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods and Applications* 2nd, 2001
- (2) Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry* 2nd ed., 2000