



利用 3D 列印框架技術最佳化 鋅空氣電池框架



一、研究名稱：利用 3D 列印技術最佳化鋅空氣電池框架

二、跨校團隊成員資訊

| 單位 (系 / 所) | 姓名 | 職稱 |
|-------------------|-----|------|
| 國立屏東科技大學 機械工程系 | 楊政融 | 助理教授 |
| 國立臺北科技大學 車輛工程系 | 黃國修 | 教授 |
| 國立屏東科技大學 餐旅管理系 | 陳文東 | 副教授 |

三、跨校開發團隊合作內容概述

合作廠商崇浩光電科技股份有限公司目前已開發一款 3D 列印用石墨烯，可承受鋅空氣電池要求的強鹼環境。產商利用高分子接枝的技術，將石墨烯奈米片接上與 3D 列印材料 ABS 相匹配的官能基，提高石墨烯在 ABS 中的分散性，並且有可能和 ABS 產生共聚反應，增強列印後材料的性能。廠商提供獨立研發技術的產品支援學方合作團隊進行 3D 材料使用，並參與結構技術開發過程中的會議。合作夥伴學校國立臺北科技大學/車輛工程系黃國修老師，負責提供鋅空氣電池電化學反應機制的理論指導。屏科大機械系楊政融老師負責總主持 3D 列印製程和電池結構設計開發。此外，負責執行本專案的屏科大機械系學生也由黃老師身上學到鋅空氣電池電化學反應機制程序中相關的電化學特性。

四、研究目的所對應產業需求及應用性

本系統開發之初便著重在兩塊可能的市場效益評估。第一塊是教學研究現場的學術單位，包括兩間大學，下一步會將開發完成的電池系統依照學校專業技術能力的培養與鑑定來搭配，製作出可對應之訓練教材、工具與產品，市場商機的推

動將交由合作廠商來進行。第二塊是市場上綠色能源的技術應用。世界各國無不積極投入低碳排放的新能源開發，然而，各項新技術的發展皆遇到瓶頸。例如，太陽能的轉換效率難以提升；生質能源與糧食安全的衝突；水力、風力發電受到大自然的環境限制。鋅空氣電池提供一綠色能源的新選項。

五、跨校研發成果說明

電池結構完成後，我們採用極化曲線、功率密度曲線研究了顆粒狀陽極燃料類型對鋅空氣燃料電池功率性能的影響。利用 R_e (external ohmic resistance)、 R_i (internal ohmic resistance) 串聯的等效電路來說明研究結果的合理性。極化和功率曲線用於確定在負載(外部電阻)下的操作條件。極化曲線用於識別四個重要損耗，即(i)由於通過電解質的燃料耗盡引起的燃料交叉損耗；(ii)由於電極表面的慢反應動力學引起的活化損耗；(iii)由於電阻引起的歐姆損耗。分別用於電子和離子在電極和電解質中的流動；(iv)最後，由於電極表面反應物濃度的變化而引起的濃度損失。因為流動電解液 H_2O 和 OH^- 離子通過內鋅陽極，同時物理地阻止放電的鋅酸鹽離子帶離開到芯外，阻止了以鋅顆粒作為燃料氧化鋅鈍化物的生成。所以，此設計和操作流動式電解液鋅空氣燃料電池，最高獲得 96% 庫倫效率和 86% 的能源效率。流動電解液的設計不僅有助於移除生成的鈍化物，亦減少鋅燃料形狀變化的問題，並通過改善電流分佈和降低濃度梯度鈍化。在空氣電極側，沉澱的碳酸鹽可以被流動的電解液沖洗掉。在此液流式電解液鋅顆粒燃料電池的系統下，金環能空氣極的性能表現如下探討：

| 項次 | 空氣電極來源 | 測試條件 | 放電測試實驗 | 空氣極化學成分分析 |
|----|--------|--|---|--------------|
| 1 | 金環能 | 室溫下，40 wt% KOH 循環液流電解液，電解液量 1L，流速 150 ml/min，填料 20g 鋅顆粒。 | 1. 以純放電量測 IV 曲線圖，探討最大電流密度和最大功率點成果。 2. 以每 30 秒 0.5 A 量測可放出電量。 | SEM、EDS 或其它。 |

表 1：測試的空氣極

規格為 200 mA/cm²；本實驗室使用空氣極為此公司生產效能較差之產品，公司自行測試效能 120 mA/cm²。該公司已多次發布新聞稿，欲證實他們公司生產產品之可行性，並全力往量產化的方向發展。

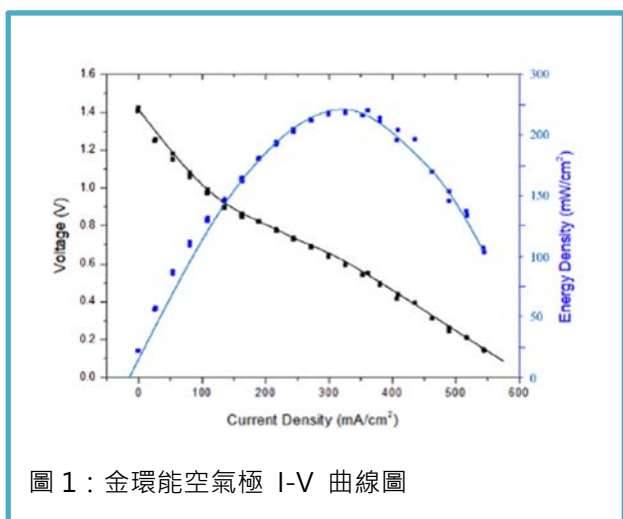


圖 1：金環能空氣極 I-V 曲線圖

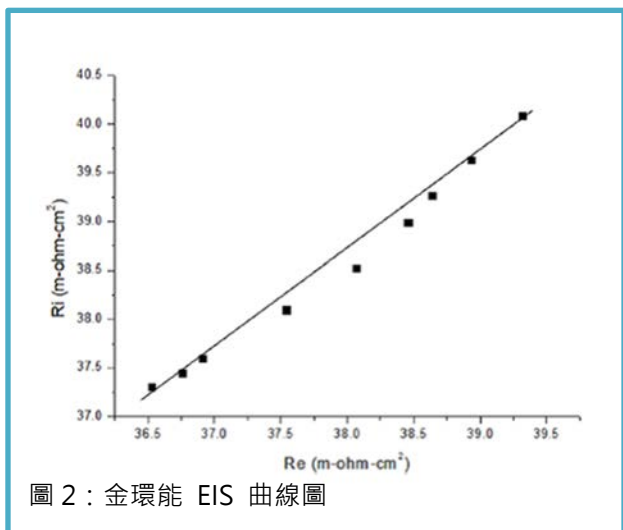


圖 2：金環能 EIS 曲線圖

由圖二所示，金環能空氣極最大電流密度 360 mA/cm²，最大能量密度 245 mW/cm²。以液流式電解液鋅顆粒燃料電池的系統，我們可得出比公司自行發布更好的放電性能。但是，最大電流密度所在電壓為 0.65 V，然而操作電壓偏低，侷限其應用性。

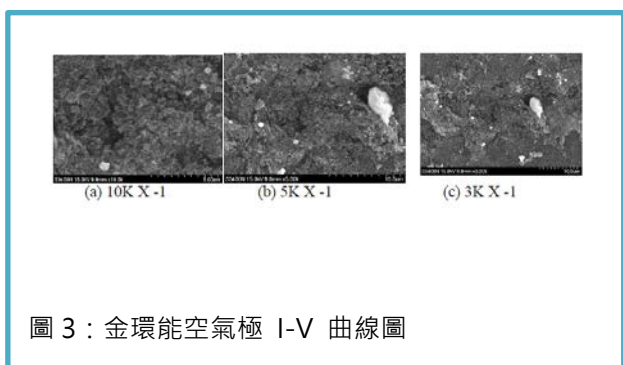


圖 3：金環能空氣極 I-V 曲線圖

空氣極主要成分為 C、O、F。其中碳材為多孔性石墨，能讓空氣通過，但阻止電解液流出。從圖五 SEM 圖可看出空氣極石墨顆粒大小不均勻，主要為數十 μm，可能導致每一次實驗質傳性能的不一致性，讓放電品質不穩定。而空氣極中參雜許多輔助的異質物，由圖六 EDS 分析為含 Ni、K 觸媒，其觸媒的使用讓電池有良好的放電性能。

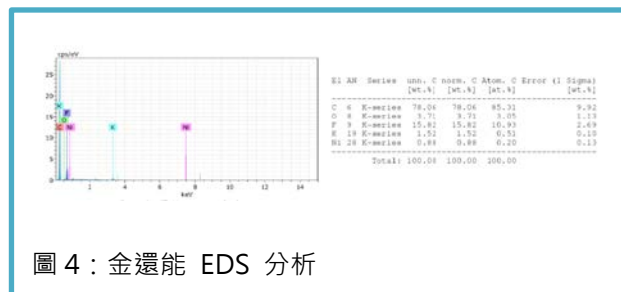


圖 4：金環能 EDS 分析



圖 5：單電池外觀

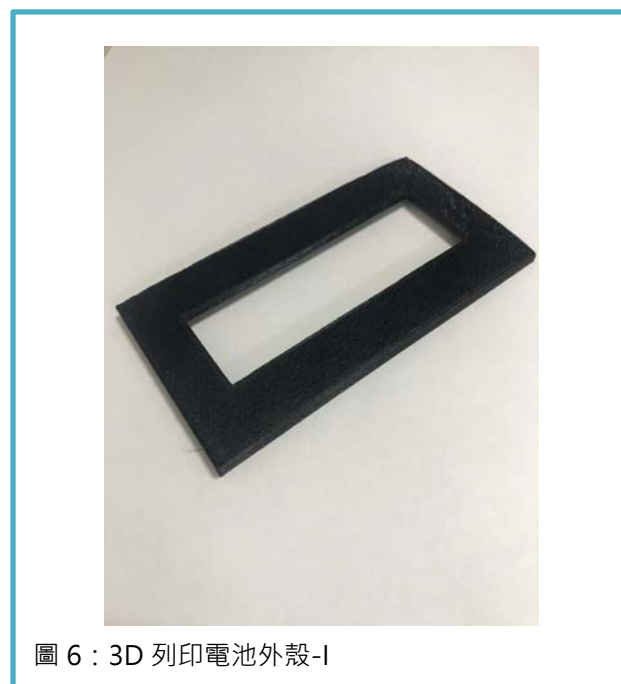


圖 6：3D 列印電池外殼-I