

行政院原子能委員會
委託研究計畫研究報告

SOFC 電池堆結構耐久性研究
與壽命評估

計畫編號：98-2001-INER-041

受委託機關（構）：國立中央大學

計畫主持人：林志光 教授

核研所聯絡人員：江烈光、邱耀平、李茂傳、吳思翰

聯絡電話：03-4267340

E-mail address：t330014@cc.ncu.edu.tw

報告日期：98.11.06

摘要

固態氧化物燃料電池是一種高溫型的燃料電池，較高的操作溫度使它可以得到較高的能量轉換效率，但也因為元件之間在高溫下可能發生交互的化學反應，因此材料可能在高溫下劣化。熱應力影響著固態氧化物燃料電池的結構耐久性，其來源為元件之間的熱膨脹係數差異和溫度梯度。過大的熱應力會造成元件的損壞並危及固態氧化物燃料電池堆的結構耐久性。因此，為了發展可靠的固態氧化物燃料電池堆，對於元件在室溫及操作溫度下的熱應力分佈和材料機械性質有必要作系統化的研究。

本研究的第一個目標是利用有限元素分析計算三單元平板式固態氧化物燃料電池堆的熱應力分佈，分析的模型是依據核能研究所電池堆設計所建立，分別匯入兩個不同的溫度場，探討溫度梯度對於元件熱應力的影響。分析結果顯示，對於這兩個溫度場，溫度梯度的影響很小，而熱膨脹係數的不匹配仍然是熱應力產生的主要原因。

第二個目標是測定核能研究所開發的一款陽極材料的機械性質，其代號為 Slip-81。藉由雙軸抗折測試分別在室溫及 800 °C 下測定試片的抗折強度與楊氏模數。將實驗量得的 Slip-81 之機械性質匯入前述的熱應力分析中，所有元件的最大應力值皆低於其相對應的材料強度。

本研究的第三個目標是研究玻璃陶瓷與金屬連接板間的接合強度及破壞模式。所使用的玻璃陶瓷為核能研究所開發的一款代號為 GC-9 的材質，金屬連接板則是使用一款代號為 Crofer 22 H 的商用肥粒鐵系不銹鋼。藉由設計製作兩款三明治試片，分別量測其在室溫和 800 °C 下的剪力強度及在室溫下的張力強度。為了評估試片燒結溫度對於接合強度的影響，試片分在 850 °C 燒結和 900 °C 燒結。結果顯示，無論在室溫或是 800 °C 下，900 °C 燒結試片的張力強度和剪力強度皆高於 850 °C 燒結的試片。顯然燒結溫度的增加可以增進試片接合的性質，乃是在較高的溫度下，玻璃陶瓷在金屬連接板上的潤濕性質會較好。

金屬連接板的預氧化處理對於接合強度的影響也在本研究的討論範圍當中。結果顯示，預氧化處理對於 850 °C 燒結的剪力試片強度有負面的影響，但是對於 900 °C 燒結的剪力試片強度卻有提昇的效果。由微結構分析的結果可以發現，此種接合件試片有三種破壞模式。第一，脫層現象發生在玻璃陶瓷基材與其氧化層的界面，此破壞模式所對應的接合強度是最低的。第二，脫層現象發生於金屬連接板基材與其氧化層的界面，並伴隨著中等的接合強度。第三，破壞可能發生在玻璃陶瓷基材之中，此種破壞模式所對應的接合強度是最高的。