

第五章 結論與建議

5.1. 結論

1. 本研究之目的，旨在以檸檬酸凝膠法製備出高表面積、高活性之鈣鈦礦結構氧化物及過渡金屬氧化物觸媒。結果顯示在低溫(350°C)下鍛燒之鈣鈦礦結構化合物仍為中間產物或不純物的生成，以致於粉體表面較不穩定生成了許多反應活性中心(active site)，尤以Y-Ba-Cu-O化合物為最；在高溫(600°C)下鍛燒得到鈣鈦礦結構的La-Ca-Co-O系列化合物，尤以 $\text{La}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{CoO}_3$ 結晶性最好，反應測試結果也較350°C時為佳，除此之外，Ba-Ru-O化合物雖仍有中間產物的存在，但以 RuO_2 為主相，反應測試效能最佳，因此研判過渡金屬氧化物是使 HO_2^- 解離的主要因素。進而製備單一過渡金屬氧化物，發現在低溫下鍛燒即有晶相生成，高溫下可得更純的相，經 H_2O_2 分解反應測試，發現效果也比鈣鈦礦結構氧化物更好。
2. 在本研究中，鋅陽極、碳材、集電網及配比是控制變因，催化劑是操作變因，鋅-空氣電池之空氣陰極的最佳製程配方為：(a)擴散層-60wt%XC-72與40wt%PTFE；(b)催化層-60wt%XC-72、20wt%催化劑與20wt%PTFE。最後將擴散層與催化層置於鎳網兩側壓合而得空氣陰極。
3. 利用定電流放電量測全電池之I-V曲線圖，以純碳材作比較，結果顯

示在 350°C 下鍛燒之鈣鈦礦結構化合物放電曲線未能比純碳材佳，可能造成的原因是其觸媒表面反應活性中心(active site)較活潑，易與空氣接觸而起反應，所以在測試前的活化時間相對應的需要更長；600°C 下鍛燒之化合物除了 YBCO 外其餘皆優於純碳材，推測是有結晶性所致；單一過渡金屬氧化物的放電曲線表現更平穩且達最大之電流密度 450mA/cm²，尤以 350°C 下鍛燒者為最。

4. 利用 CV 量測空氣陰極觀察出氧化還原峰，其中含 Co 化合物放電時在 0.37V 有一還原峰，而充電時在 0.41V 處有一氧化峰；含 Cu 化合物在 0.27V 有一還原峰，實驗中未能見其氧化峰的出現；含 Ru 化合物在 0.00V 處亦有一還原峰，充電時仍未見其氧化峰，推測可能被電解液的水解氧化反應覆蓋掉了；以及離子濃度極化造成氧化還原電流的差距。

5. 利用 Tafel 曲線可知其各個空氣陰極的平衡電位，其平衡電位越高表示越接近理論值 0.40V，則 OCV 差距便會變小，降低活性極化的發生；也可從陽極、陰極極化曲線中得知氧生成、氧還原的反應，結果顯示在氧還原反應上較無規則性可言，但都比純碳材的效果佳，然而純碳材在氧生成反應上效能最佳，推測純碳材的氧還原反應進行相當緩慢，造成氧還原之逆反應較易進行，導致 XC-72 的催化效能最佳，且發現若進行氧還原時發生了嚴重的極化現象，相

反地在進行氧生成時，效果就會不彰。

5.2. 發展建議

- 1.本研究一開始是以鈣鈦礦結構氧化物為主，且以低溫製程預期得到高表面積之觸媒，但發覺其表面積的差距並不大(見附錄一)，且低溫製程仍為中間產物的存在，反而高溫製程得到結晶相之催化劑較佳，因此可再繼續製備 La-Ca-Co-O、Y-Ba-Cu-O、Ba-Ru-O 化合物鍛燒成較純晶相的空氣陰極，進行電化學測試。
- 2.本研究最後以單一過渡金屬氧化物為主，且以低溫製程就得到結晶相，可量測其BET與 H_2O_2 分解反應測試了解其基本特性分析，並可繼續製備其他過渡金屬氧化物，如： MnO_2 、 Fe_3O_4 、NiO等。
- 3.空氣陰極是由碳材所組成，主要提供氧氣與電解液作用進行電化學反應的環境，碳材本身不參與反應，但其比表面積就顯出其重要性，因此可改變碳材的材質，如 Acetylene black、活性碳等，或加入碳奈管(CNT)增加導電性與接觸面積。