

低壓電容器鋁箔腐蝕製程之最佳化研究

林宥志、李春穎、林招松

E-mail: 9507389@mail.dyu.edu.tw

摘要

鋁質電解電容器是個非常重要的電子零件且常見於電腦及電源供應器之電路系統上，其應用非常廣泛且需求量亦大。為使低壓用電解電容器走向輕、薄、短、小之目標，工業界皆朝向擴大陽極表面積，藉以增進化成後電容量方向著手，其中以電化學腐蝕方式做為擴面處理為研究重點之一。高純度鋁原箔經電蝕或化成程序後，常做為電容器的電極材料，而電容器的電容量主要是受到鋁箔有效面積所影響。本研究係利用交流電蝕方式，電蝕鋁箔表面來擴大表面積增進電容量。經由探討各項電蝕參數，諸如電流波形、頻率、電流密度、電蝕時間和腐蝕溶液參數，諸如濃度、溫度、腐蝕液中鋁離子含量及其組合對電蝕行為影響和表面蝕孔分佈的情形，可得以下結果：(1) 鋁原箔經前處理除去製程中生成之不均勻氧化膜後，可使電蝕後之蝕孔數增加且分佈均勻，尤其是使用磷酸前處理液，效果更顯著(2) 鋁箔表面蝕孔之形貌會受到電流頻率、電流密度、電流波形及腐蝕液組合所影響(3) 依照EIAJ-RC2364 規範對電蝕鋁箔做18.4V 化成十分鐘，所獲得電容量可達到60~63 $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ 。在陰極腐蝕箔方面，採用低純度鋁箔並利用化學腐蝕方式增加其表面積，且不須經過化成處理使表面長氧化膜，而是須安定化處理以防止電容量衰退。經研究結果，陰極腐蝕箔在沸騰純水中水合試驗一小時，其電容量損失在10%以內且電容量值可達到375~390 $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ 。

關鍵詞：鋁質電解電容器、交流電蝕鋁箔、陰極腐蝕箔

目錄

第一章 緒論	1
1.1 簡介	1
1.2 研究動機	1
第二章 文獻回顧	4
2.1 電容器簡介	4
2.2 鋁電解電容器基本構造及原理	4
2.3 鋁箔基本性質之了解	5
2.4 增大鋁電極材料表面積之效益	6
2.5 鋁電極材料之製作方式	8
2.5.1 物理方式	8
2.5.2 化學/電化學方式	8
2.5.2.1 化學方式	8
2.5.2.2 電化學方式	10
2.6 鋁箔性質之影響	13
2.6.1 合金元素之影響	13
2.6.2 結晶構造之影響	13
2.7 電解參數之影響	14
2.7.1 電源供應方式	14
2.7.2 電流密度	15
2.7.3 電流頻率	16
2.7.4 電流波形	18
2.8 腐蝕液參數之影響	20
2.8.1 氯離子之影響	20
2.8.2 硫酸根之影響	20
2.8.3 磷酸根之影響	20
2.8.4 硝酸根之影響	20
2.8.5 微量合金元素之影響	21
2.8.6 腐蝕液之濃度	21
2.8.7 腐蝕液之溫度	22
2.8.8 有機酸方面	22
2.9 國外市售腐蝕箔品質研判	23
第三章 低壓用鋁陽極腐蝕箔研究	29
3.1 簡介	29
3.2 交流電蝕實驗流程表及裝置圖	29
3.3 化成處理溶液及方式	31
3.4 量測靜電容量方式	31
3.5 實驗箔金相結構觀察	31
3.6 陽極用鋁原箔	32
3.6.1 成份組成	32
3.6.2 晶格方向	32
3.7 前處理	33
3.8 後處理	33
3.9 一段電蝕處理	34
3.10 多段電蝕處理	34
3.11 結果與討論	37
3.11.1 腐蝕液參數之影響	70
3.11.2 電蝕參數之影響	71
3.11.3 交流電蝕鋁箔最佳化操作參數	71
第四章 陰極腐蝕箔之研究	73
4.1 簡介	73
4.2 陰極腐蝕箔實驗流程	73
4.3 靜電容量之穩定測試方式	74
4.4 陰極用鋁原箔	75
4.4.1 成份組成	75
4.4.2 晶格構造	75
4.5 一段化學腐蝕處理	76
4.5.1 複合酸處理	76
4.5.2 腐蝕液參數之影響	76
4.5.3 化學腐蝕軟硬箔後表面蝕孔形貌	77
4.5.4 電化學與化學腐蝕處理比較	77
4.6 腐蝕箔表面安定化處理	77
4.6.1 第一次後處理	77
4.6.2 第二次後處理	78
4.6.3 第三次後處理	79
4.7 結果與討論	86
4.7.1 影響電容量穩定之因素	86
4.7.2 腐蝕箔表面安定化之最佳化操作參數	87
第五章 綜合結論與未來展望	93
5.1 綜合結論	93
5.2 未來展望	93
參考文獻	93

參考文獻

- [1] 山口謙四郎, “電解.....用高純度.....箔”輕金屬, Vol. 35, No. 6, pp. 365-371. (1985) [2] 永田伊佐也, “需要家.立場.見.電解.....用.....”輕金屬, Vol. 33, No. 9, pp. 552-557. (1988) [3] 永田伊佐也, “.....乾式電解.....”日本蓄電器工業株式會社, Chap 3, pp. 160-165. (1985) [4] 新井浩三, “電解.....用高純度.....箔”輕金屬, Vol. 31, No. 10, pp. 675-681. (1981) [5] 福井康司, “.....箔”輕金屬, Vol. 40, No. 9, pp.712-717. (1990) [6] 劉文貴, “鋁電解電容器乾式負極箔製造方法”中華民國專利第00552601號. (2003) [7] 劉文貴, “鋁電解電容器陰極箔蝕刻方法”中華民國專利第00403923號. (2000) [8] 永田伊佐也, “.....乾式電解.....”日本蓄電器工業株式會社, Chap 3-4, pp. 85-204. (1985) [9] 神崎信義, “.....電解.....表面處理.現狀.課題”表面技術, Vol. 48, No. 10, pp. 976-981. (1997) [10] W. Lin, G. C. Tu, C. F. Lin and Y. M. Peng, “The Effect of Lead Impurity on the DC-etching Behavior of Aluminum Foil For Electrolytic Capacitor Usage” Corrosion, Vol. 38, pp. 889-907. (1996) -96 - [11] W. Lin, G. C. Tu, C. F. Lin and Y. M. Peng, “The Effect of Indium Impurity on the DC-etching Behavior of Aluminum Foil For Electrolytic Capacitor Usage” Corrosion, Vol. 39, pp. 1531-1543. (1997) [12] 廖啟民, 曾天佑, 謝曉華, 林思寧, “鋁箔之晶粒大小和集合組織對電蝕行為的影響”防蝕工程, Vol. 18, No. 2, pp.163-168. (2004) [13] W.J. Lee, Su-II Pyun, “Effect of sulphate ion additives on the pitting corrosion of pure aluminum in 0.01 NaCl solution” Electrochemical Acta, 45, pp. 1901-1910. (2004) [14] C. S. Lin, C. C Chang and H. M. Fu, “AC Electro-graining of Aluminum Plates in a Hydrochloric Acid” Materials Chemistry and Physics, Vol. 68, No. 1-3, pp. 217-224. (2001) [15] 黃志龍, “鋁電解電容器用低壓陽極鋁箔電解腐蝕舉動之研究”中央大學機械工程研究所碩士論文. (1999) [16] 林景崎, 張志雄, 鄧子平, 李健平, 李勝隆, “鋁在酸性溶液中孔蝕行為研究”防蝕工程, Vol. 18, No. 3, pp. 249-258. (2004) [17] 菅沼榮一, “HCl 溶液中.交流.....生.....表面皮膜.檢討”表面技術, Vol. 41, No. 10, pp.1049-1053. (1990) [18] 丹野裕司, “.....交流.....生成.....樹脂.....觀察”金屬表面技術, Vol. 38, No.8, pp. 341-342. (1987) -97 - [19] 菅沼榮一, “HCl 中.....矩形波...電流.....生成.....形態”表面技術, Vol. 40, No. 1, pp. 160-161. (1989) [20] 菅沼榮一, “三角波...電流...HCl 中.....”表面技術, Vol. 40, No. 1, pp. 158-159. (1989) [21] 丹野裕司, “HCl 溶液中.交流.....生成.....上.皮膜.TEM 觀察”金屬表面技術, Vol. 38, No.10, pp. 492-493. (1987) [22] 松木健三, “鹽酸中.....分極.....硫酸.....影響”表面技術, Vol. 40, No. 1, pp. 156-157. (1989) [23] 菅沼榮一, “鹽酸/硫酸混合溶液中.....交流.....”表面技術, Vol. 49, No. 6, pp. 643-648. (1998) [24] S. Pyun and K. H. Na, “Effect of SO₂-4, S₂O₂-3 and HSO₄- Ion Additives on Electrochemical Etching of Pure Aluminum Foil for Aluminum Electrolytic Capacitor” J.C.S.E., Vol. 6, Paper C145. (2003) [25] Arora, “AC Etching of aluminum capacitor foil” U.S. Patent 332652. (1982) [26] Arora, “AC Etching of aluminum capacitor” U.S. Patent 4279714. (1981) [27] 胡淑娟, “磷酸前處理對鋁箔特性及其電蝕行為之影響”交通-98 -大學材料科學與工程研究所 碩士論文. (1995) [28] 林文, “雜質及前處理對電解電容器用鋁箔直流電蝕之效應”交通大學材料科學與工程研究所 博士論文. (1996) [29] 彭裕民, “蝕刻箔洗淨方式”中華民國專利第00215462號. (1993) [30] J. H. Ryu, J. H. Seo, S. K. Kim and D. N. Lee, “The Effect of Aluminum Ion on the D.C. Etching of the Aluminum Foil” Journal of Applied Electrochemistry, Vol. 34, No. 9, pp. 879-884. (2004) [31] Dyer, “Method of etching aluminum” U.S. Patent 4297184. (1981) [32] 大澤伸夫, “電解.....用.....箔.交流.....時.初期...形成.及..Ti.影響”表面技術, Vol.50, No. 9, pp. 819-823. (1999) [33] 黃信文, “微量元素對低壓鋁電解電容器用陽極鋁箔電解腐蝕舉動影響之研究”中央大學 機械工程研究所碩士論文. (2002) [34] 吳恩育, “鋁箔電蝕時蝕孔衍生與腐蝕膜結構”大葉大學機械工程研究所碩士論文. (2003) [35] Bemis, “AC etching of aluminum capacitor foil” U.S. Patent 4319972. (1982) [36] Arora, “DC etching of aluminum electrolytic capacitor foil” U.S.Patent 4381231. (1983) [37] Arora, “AC etching of aluminum capacitor foil” U.S. Patent 4376686. (1983) [38] Nguyen, “AC etching of aluminum foil” U.S. Patent 4427506.-99 - (1984) [39] 永田伊佐也, “.....乾式電解.....”日本蓄電器工業株式會社, 附錄, pp. 440-468. (1985) [40] 松木健三, “鹽酸溶液中.....交流.....前處理.影響”金屬表面技術, Vol. 37, No.11, pp. 655-659. (1986) [41] “洗淨”金屬表面技術雜誌, Vol. 61, Chap 3, pp. 24-42. (1979) [42] 丁志華, 戴寶通, “田口實驗計畫法簡介()”毫微米通訊, Vol. 8, No. 3, pp. 7-11. (2001) [43] 丁志華, 戴寶通, 游璨璋, 朝春光, “田口實驗計畫法簡介()”毫微米通訊, Vol. 8, No. 4, pp. 22-37. (2001) [44] J. Scherer, O.M. Magnussen, T. Ebel, R. J. Behm, “Initial stages of the anodic etching of aluminum foils studied by atomic force microscopy” Corrosion, Vol. 41, pp. 35-55. (1999) [45] N. Osawa and K. Fukuoka, “Pit nucleation behavior of aluminum foil for electrolytic capacitors during early stage of DC etching” Corrosion, Vol. 42, pp. 585-597. (2000) [46] 東洋鋁箔株式會社, “交流電蝕低壓用鋁原箔”日本公開特許公報第149835號. (2004) [47] 松原浩, “.....箔.化學.....觀察”表面技術, Vol. 45, No. 1, pp. 114-115. (1994) [48] 那賀靖, “鋁的化學研磨法”金屬表面技術雜誌, Vol. 5, pp.7-9. (1969) [49] Randall, Jr., “Process for producing an aluminum electrolytic -10 0-capacitor having a stable oxide film” U.S. Patent 4113579. (1978) [50] Randall, Jr. et al., “Treating etched aluminum electrolytic capacitor foil” U.S. Patent 4204919. (1980) [51] Bernard, et al., “Stabilization of aluminum electrolytic capacitor foil” U.S. Patent 4437946. (1984) [52] Sells, et al., “Process for anodizing aluminum foil” U.S. Patent 4437945. (1984) [53] Randall, Jr. et al., “Process for treating aluminum electrolytic capacitor foil” U.S. Patent 4470885. (1984) [54] Ball, et al., “Process for anodizing aluminum foil” U.S. Patent 4481083. (1984) [55] Chen, et al., “Anodization of aluminum electrolytic capacitor foil” U.S. Patent 4481084. (1984) [56] Honeycutt, “Cleaning and treatment of etched cathode aluminum capacitor foil” U.S. Patent 4432846. (1984) [57] Ikegaya, “Process for producing a protective film on an aluminum surface” U.S. Patent 3988217. (1976) [58] 佐藤敏男, “鋁陽極氧化皮膜的生成及皮膜性質”金屬表面技術雜誌, Vol. 83, pp. 43-56

