

有機酸陽極處理對A390高矽鋁合金之影響研究

林瑋、胡瑞峰、劉大銘

E-mail: 322052@mail.dyu.edu.tw

摘要

A390高矽鋁合金為可熱處理型過共晶鋁矽合金，具有低熱膨脹係數、高硬度與耐磨耗性佳等性質，但其表面卻有易氧化而形成緻密的薄氧化層特性，所以當 A390鋁合金鑄件長期曝露於嚴苛的環境中，例如在汽缸中運轉的活塞，其表面的薄氧化層會因熱疲勞而剝離，喪失保護內部鋁基地的作用，因此工業上常使用陽極處理法來解決此一問題，係藉由電化學原理和不同的有機酸或無機酸電解液，控制其表面產生不同性質的氧化層而增強其表面機械性能，或增加其表面外觀色彩。本研究係針對A390鋁合金階梯型鑄件與活塞鑄件施以檸檬酸或酒石酸等有機酸陽極處理，以探討不同厚度鑄件在不同的陽極處理時間條件下，對其陽極氧化膜厚度與顏色之影響。藉由微小維克式硬度試驗和分光式測色法量測兩種酸的氧化膜厚度與色差，並加以分析與比較。此外，利用OM 觀察A390鋁合金試片橫斷面基地與陽極氧化膜的顯微組織，及使用SEM 與EDS分析其陽極氧化膜的正表面與橫斷面形貌，和各種析出相的化學成分，以深入瞭解鑄件厚度及陽極處理時間對A390鋁合金鑄件陽極氧化膜厚度與顏色的影響。研究結果發現A390鋁合金鑄件經檸檬酸或酒石酸陽極處理後的氧化膜厚度最大值出現於定電壓225 V及陽極處理時間15mins時，且氧化膜厚度會隨著陽極處理時間或鑄件厚度之增加而增加。此外，隨著陽極處理時間之增加，A390鋁合金鑄件之檸檬酸或酒石酸陽極氧化膜顏色的CIE L*值亦隨之降低，同時CIE a*值與b*值也會降低。經由OM與SEM+EDS觀察分析後，發現A390鋁合金之酒石酸陽極氧化膜為具有許多裂縫的鬆散片狀形貌，而其檸檬酸陽極氧化膜為含有稀少裂縫及少數龜殼狀區域的整片緊密狀形貌，此兩種形貌皆異於A390鋁合金之硫酸陽極處理所產生的六角柱蜂巢狀氧化膜形貌。使用產生氧化膜最大厚度的定電壓225 V及15mins陽極處理時間條件對大小活塞鑄件施以檸檬酸或酒石酸陽極處理。因大活塞鑄態外表未經切削加工，且外層為極細的等軸晶冷激層，所以陽極處理後非常薄的氧化膜並未改變鑄態時的顏色，仍為閃亮的銀白色。但小活塞有進行鑄態外表的切削加工，其外層已非為鑄態的等軸晶冷激層，外表也非閃亮銀白色，所以經陽極處理後的氧化膜顏色則是佈滿亮點的灰黑色，惟檸檬酸的氧化膜較亮，而酒石酸的氧化膜較暗。

關鍵詞：A390鋁合金鑄件、檸檬酸、酒石酸、活塞

目錄

目錄.....ix	圖目錄...xi	表目錄...xv
第一章 前言.....1	第二章 文獻探討...2	2.1 鋁合金的種類.2
	2.1.1 鑄造鋁合金.2	2.1.2 A390鋁合金.....4
2.2 鋁合金的熱處理.....4	2.3 鋁合金的表面處理.....7	2.3.1 鋁合金陽極處理.....8
2.3.2 鋁合金陽極處理的種類.10	2.4 有機酸陽極處理.....12	2.4.1 檸檬酸陽極處理.....13
2.4.2 酒石酸陽極處理.....15	第三章 實驗方法及步驟.....25	3.1 研究目的.....25
3.2 鑄件模型設計..25	3.3 合金熔煉與處理.....26	3.3.1 實驗材料選用.....26
3.3.2 熔煉與處理.....26	3.3.3 模具用材.....27	3.3.4 熱處理.....28
3.4 有機酸陽極處理.....28	3.4.1 前處理作業.....28	3.4.2 陽極處理與封孔.....29
3.5 有機酸陽極氧化膜分析..29	3.5.1 氧化膜厚度量測.....29	3.5.2 氧化膜色差分析.....30
3.6 金相組織觀察.....30	3.7 活塞陽極處理.....31	第四章 結果與討論.....41
4.1 鑄件厚度對陽極氧化膜厚度的影響..41	4.2 陽極處理時間對氧化膜厚度的影響..42	4.3 陽極氧化膜顏色分析....43
4.4 金相顯微組織觀察.....46	4.4.1 光學顯微組織觀察....46	4.4.2 掃描式電子顯微鏡金相觀察.....47
4.5 活塞之檸檬酸與酒石酸陽極處理....49	第五章 結論.....78	參考文獻.....80

參考文獻

- [1] R. A. Robie, B. S. Hemingway, J. R. Fisher, " Thermodynamics Properties of Minerals and Related Substances at 298.15K and 1 Bar (105 Pascal) Pressure and at Higher Temperature ", U.S. Government Printing Office, Washington, pp.137-248, (1978).
- [2] 余聲均, " 微量元素添加對A356 鋁合金機械性質影響之研究 ", 國立中央大學機械工程研究所碩士論文, 民國85年。
- [3] I. J. Polmear, Light Alloys: Metallurgy of the Light Metals, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, (1995) .
- [4] I. J. Polmear, Light Alloys, Arnold, (1995) .
- [5] J. L. Jorstad, " The Hypereutectic Aluminum-Silicon Alloys 390 and A390 " , Trans. of the Metallurgical Society of AIME, vol. 242, pp.1217-1221 , (1968) .
- [6] R. F. Smart and J. A. Reynolds, " Aluminum in Automotive Piston Materials " , Metals and Materials, vol. 6, pp. 211-216, (1972).
- [7] J. L. Jorstad, " The Hypereutectic Aluminum-Silicon Alloy Used to Cast the Vega Engine Block " , Modern Casting, vol.51, pp. 59-64, (1971)

- [8] J. L. Jorstad, " Applications of 390 Alloy:An Update " , AFS Trans., vol. 92, pp.573-578, (1984).
- [9] Donna L. Zalensas, " Aluminum Casting Technology " , AFS, (1993).
- [10] J. L. Jorstad, " Trends in Aluminum Castings Part 1:Automotive Applications " , Modern Casting, pp. 26-29, (1984).
- [11] P. Mandal and A. Saha, " Size of Primary Silicon Particles of As-Cast High-Silicon Al Alloys " , AFS Trans., vol. 99, pp. 643-651, (1991).
- [12] 李勝隆, 鑄造鋁合金工業技術講習會講義, 國立中央大學機械研究所, 民國85年。
- [13] D. M. Aylor and D. Taylor, ASM , vol.2, pp. 171-172, (1986) .
- [14] J. Rowe and W. E. Sicha, AFS Trans., vol.54, pp. 424-435, (1946) .
- [15] Charlie R. Brooks, ASM Handbook, vol.2, (1982).
- [16] 鋁合金材料選用及熱處理技術, 經濟部工業局八十七年度工業技術人才培訓計畫講義金屬工業研究發展中心, 民國86年。
- [17] 譚安宏、李勝隆、鄭榮瑞及林於隆, 鑄工季刊第86期, 民國84年, pp, 68-74。
- [18] 許益得, 國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文, 民國88年。
- [19] 林玄良, 國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文, 民國87年。
- [20] J. E. Gray, B. Luan, " Protective Coatings on Magnesium and its Alloy-A Critical Review " , J. Alloys and Compounds, vol.336, pp. 88-113, (2002).
- [21] 尤光先, 鋁的陽極處理技術, 徐氏基金會, 台北, (1983)。
- [22] 呂孟憲, " 電解著色A390鋁合金車用鑄件之最佳條件探討 " , 大葉大學機械與自動化工程學系碩士論文, (2010)。
- [23] D. McDonald and P. Bulter, " The Thermodynamics of the Aluminum-Water System at Elevated Temperatures " , Corrosion Science, vol.13,pp. 259-274, (1973) .
- [24] M. Hirochi and C. Yoshihama, J. Metal Finishing Society of Japan, vol.33, p.207, (1982) .
- [25] H. Yoshimura and T. Takahashi, J. Metal Finishing Society of Japan, vol.27, p.95, (1976) .
- [26] G.E. Thompson, " Porous Anodic Alumina: Fabrication, Characterization and Applications " , Thin solid film., vol, 297, p.192, (1997).
- [27] O. Jessensky, F. Muller, U. Gosele, " Self-organized Formation of Hexagonal Pore Arrays in Anodic Alumina " , Appl. Phys. Lett, vol. 72, pp. 1173 – 1175, (1998).
- [28] 黃奇松, 鋁及其合金表面處理, 五洲出版社, 台北, (1980)。
- [29] 尤光先, 鋁的陽極處理技術, 徐氏基金會, 台北, (1983)。
- [30] 許世明, " 以陽極氧化之方法製作亞化鋁膜應用於生化感測之研究 " , 華梵大學電子工程研究所碩士論文, (2004)。
- [31] S. Stojadinovic, M. Tadic, I. Belca, B. Kasalica, Lj. Zekovic, " The Galvanoluminescence Spectra of Barrier Oxide Films on Aluminum Formed in Organic Electrolytes " , Electrochimica Acta, vol.52, pp.7166 -17170, (2007).
- [32] M.Z. An, L.C. Zhao, Z.M. Tu, " Graining technology by Electrolytic Etching on the Surface of Aluminum Alloys " , Materials Chemistry and Physics, vol.77, pp.171-173, (2002).
- [33] S.Tajima, K. Shimizu, N. Baba, S. Matsuzawa, Electrochim. Acta 22 , 845 (1977).
- [34] 黃家緯, " 鋁材經二次陽極處理後在硝酸銀溶液中電解著色之研究 " , 大同大學化學工程研究所碩士論文, (2007)。
- [35] 黃旭瑩, " 切削加工對A390鋁基復合材料品質之影響 " , 大葉大學 機械工程研究所碩士論文, (2004)。
- [36] 胡瑞峰, " 製程參數對A356鋁合金孔洞影響之探討 " , 台灣大學機械工程學研究所碩士論文, (1991)。
- [37] 陳奕至, " 鋁材於混酸溶液中二次陽極處理再以CuSO₄/ AgNO₃ 電解著色 " , 大同大學化學工程研究所碩士論文, (2009)。
- [38] L. Wang, D.O. Northwood, " Corrosion Protection Properties of Anodic Oxide Coatings on an Al-Si Alloy " , Surface & Coatings Technology, vol.200, pp. 1997-2000, (2005) .