

A390鋁合金之硫酸硬質陽極處理研究

王永賢、胡瑞峰

E-mail: 324898@mail.dyu.edu.tw

摘要

鋁為地球上蘊藏最多的元素，具有質量輕、導電性佳、優良耐蝕性、導熱性佳、富延展性及易加工性，是繼鋼鐵與鑄鐵後使用最多的材料，又因價格便宜，在工業應用上十分廣泛。自1970年後鋁合金被廣泛用於汽車零件製造以使其結構輕量化，因此使用高矽鋁合金於汽車鑄造零件，除了可以使汽車結構輕量化外，亦可以提高引擎性能。但由於鋁在空氣中非常容易氧化，且在惡劣環境中極易受到腐蝕，而影響鋁合金性能，因此工業上採用硬質陽極氧化處理以提高鋁合金的耐蝕性則成為廣泛應用技術。因硬質陽極處理後的鋁合金在表面的氧化膜可成為內部鋁材的抗氧化層和防蝕層，因此本研究針對A390高矽鋁合金之三種不同厚度階梯型鑄件及不同尺寸大小的車用活塞，探討利用硫酸之硬質陽極處理對其表面性質之影響，即在低溫的環境下，實驗及分析不同電壓及陽極處理時間對A390鋁合金鑄件之硬質陽極氧化膜的硬度、厚度和顏色之影響。本實驗係利用薄膜測厚儀、微硬度計、分光式測色計、電子顯微鏡(OM)和掃描式電子顯微鏡(SEM+EDS)等分析與比較各種硬質陽極處理條件對A390鋁合金階梯型鑄件表面陽極處理之影響，而後採取硬度較佳的硬質陽極處理條件對大小車用活塞進行硬質陽極處理，以比較階梯型鑄件與實際鑄件之間的差異。研究結果顯示無論A390鋁合金鑄件的厚度為何，隨著硫酸硬質陽極處理時間之增加，氧化膜的硬度會先增而後減，但氧化膜厚度則會愈大。若要獲得較佳的硬度，必須將陽極處理時間設定為120min。而隨著電壓之增加，氧化膜硬度亦會先增後減，氧化膜厚度也會愈大，若要獲得較佳的硬度，必須將電壓設定為30V。此外，在固定30V電壓或120min陽極處理時間的條件下，氧化膜硬度會隨著鑄件厚度之增加而先增後降，其最大值發生於10mm厚度的中件，而氧化膜厚度卻會隨著鑄件厚度之增加而增加。陽極處理時間或鑄件厚度對氧化膜顏色的L*值、a*值和b*值之影響甚小。但電壓卻對顏色的L*值、a*值和b*值之影響卻較大，亦即隨著電壓之增加，a*值之改變會使氧化膜顏色由偏淡紅轉為偏淡綠，b*值之改變則使氧化膜顏色偏為較淡藍。硫酸硬質陽極處理後大活塞鑄件呈現亮藍灰色及小活塞鑄件呈現暗灰色，和A390鋁合金階梯型鑄件厚件試片的暗黑色及薄件試片的暗黃色不同，是因與鑄件鄰近氧化膜次表層組織中的鋁晶與初晶矽之大小和分布情形有關。

關鍵詞：A390鋁合金、硬質陽極處理、硫酸、氧化膜、活塞

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	ii	ABSTRACT.....	iv
誌謝.....	vi	目錄.....	vii
圖目錄.....	x	表目錄.....	xiiv
第一章 前			
言.....	1	第二章 文獻探討.....	3
金.....	3	2.1 A390鋁合	3
理.....	5	2.2 鋁合金表面處理.....	4
成.....	33	2.2.1 化成皮膜處	4
氧化膜構造與特性.....	9	2.2.2 陽極氧化膜之生	5
理.....	11	2.2.3 影響氧化膜的製程條件.....	9
理.....	12	2.2.4 多孔性鋁陽極氧	9
統.....	14	2.2.5 封孔處理.....	10
用.....	16	2.3 硬質陽極處	11
計.....	24	2.3.1 半硬質陽極處理.....	12
理.....	24	2.3.2 硬質陽極處	13
試.....	26	2.4 色差計原理.....	13
理.....	27	2.4.1 顏色的表色系	14
光.....	28	2.4.2 色彩差異.....	14
備.....	29	2.5 硬質陽極氧化膜之應	16
測.....	30	3 第三章 實驗方法.....	24
氧化膜厚度和硬度量測.....	30	3.1 實驗設	24
活塞去脂.....	31	3.2 鋁合金熔煉與處理.....	24
參數對A390鋁合金氧化膜硬度之影響.....	43	3.2.1 調質細化處	24
		3.2.2 除氣處理.....	25
		3.2.3 減壓測	26
		3.2.4 澆鑄.....	26
		3.3 T6熱處	26
		3.4 鑄件預處理.....	27
		3.5 研磨拋	27
		3.6 陽極處理.....	28
		3.6.1 陽極處理設	28
		3.6.2 參數設定.....	29
		3.7 陽極氧化膜性質檢	29
		3.7.1 測色計量測.....	30
		3.7.2 陽極	30
		3.7.3 陽極	30
		3.8 活塞硬質陽極處理.....	31
		3.9	31
		第四章 結果與討論.....	43
		4.1 製程	43
		4.1.1 電壓對氧化膜硬度之影	43

響.....	43	4.1.2 陽極處理時間對氧化膜硬度之影響.....	44	4.1.3 鑄件厚度對氧化膜硬度之影響.....	45
4.2 製程參數對硬質氧化膜厚度之影響.....	44	4.2.1 電壓對氧化膜厚度之影響.....	45	4.2.2 鑄件厚度對氧化膜厚度之影響.....	45
4.2.3 陽極處理時間對氧化膜厚度之影響.....	46	4.3 硬質陽極氧化膜色澤分析.....	47	4.4 金相顯微組織觀察與分析.....	48
4.4.1 光學顯微鏡觀察.....	48	4.4.2 掃描式電子顯微鏡觀察.....	50	4.5 活塞硬質陽極處理.....	50
52	第五章 結論.....	77	參考文獻.....	79	

參考文獻

- [1] C. H. Caceres and Q. G. Wang, " Solidification Conditions, Heat Treatment and Tensile Ductility of Al-7Si-0.4Mg Casting Alloys ", AFS Transaction , vol. 104, pp. 1039-1043, (1996).
- [2] 呂高榮, A390鋁合金之矽形態控制及其與機械性質之關係, 國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文, (1996)。
- [3] 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, (1996)。
- [4] 許益得, " A390鋁基複合材料鑄件機械性質及耐腐蝕磨耗行為之研究 ", 國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文, 民國87年。
- [5] P. Mandal and A. Saha, " Size of Primary Silicon Particles of As-Cast High-Silicon Al Alloys ", AFS Transaction, vol. 99, pp. 643-651, (1991).
- [6] J. L. Jorstad. " The Hypereutectic Aluminum-Silicon Alloys Used to Cast the Vega Engine Block ", Modern Casting, vol. 51, pp. 59-64, (1971).
- [7] J. L. Jorstad, " Trends in Aluminum Castings Part 1 : Automotive Applications ", Modern Casting, pp. 26-29, (1984).
- [8] P. Manda and A. Saha, " Size of Primary Silicon Particles of As-Cast High-Silicon Al Alloys ", AFS Transaction , vol. 99, pp. 643-651, (1991).
- [9] D. L. Zalensas, Aluminum Casting Technology, AFS Publication, (1993).
- [10] G. E. Thompson, " Porous Anodic Alumina: Fabrication, Characterization and Applications ", Thin Solid Film, vol. 297, p. 192, (1997).
- [11] P. O. Sullivan and G. C. Wood, Proceedings of the Royal Society of London, vol. A317, p. 511, (1970).
- [12] Z. X. Su and W. Z. Zhou, Advanced Materials, vol. 20, p. 3663, (2008).
- [13] H. Habazaki, Shimizu, P. Skeldon, G. E. Thompson, G. C. Wood and X. Zhou, " Effects of Alloying Elements in Anodizing of Aluminum ", AFS Transaction, No.75 (1) , vol. 18, (1997).
- [14] 林泰學, 李振亞, 余遠彬, " 鋁合金陽極活化機理研究進展 " 電源技術, vol. 24, No. 1, Feb (2000)。
- [15] Z. X. Fei, S. Ye, L. Lin and W. C. Yu, " Electronic Currents and the Formation of Nanopores in Porous Anodic Aluminum " Nanotechnology, vol. 20, 475303, pp. 1-7, (2009) [16] F. Keller, M.S. Hunter and D. L. Robinson, Journal of the Electrochemical Society, vol. 100, p. 411, (1952) [17] R. L. Chiu, P. H. Chang and C. H. Tang, " The Effect of Anodizing Temperature on Anodic Oxide Formed on Pure Al Thin Films ", Thin Solid Film, Vol. 260 , pp. 47-53, (1995)。
- [18] A. P. Li, F. Muller, A. Bimer, K. Nielsch and U. Gosele, Applied Physics, vol. 84, p. 6023, (1998).
- [19] H. Masuda, H. Yamada, M. Satoh, H. Asoh, M. Nakao and T. Tamaura, " Highly Ordered Nanochannel-Array. Architecture in Anodic Alumina ", Applied Physics Letters ,vol . 71, p. 2770, (1997).
- [20] F. Li, Zhang and R. M. Metzger, " On the Growth of Highly Ordered Pores in Anodized Aluminum Oxide ", Chemistry of Materials vol. 10, p. 2470, (1998) [21] 賴耿陽, 鋁的表面處理技術, 復漢出版社有限公司, (1998)。
- [22] H. Masuda, F. Hasegawa and S. Oon, " Self-ordering of Cell Arrangement of Anodic Porous Alumina Formed in Sulfuric Acid Solution " Journal of the Electrochemical Society , vol. 144, p. 237, (1997).
- [23] 104儀器總局, <http://www.104go.com.tw/>.
- [24] 左?然, 6061?合金薄板高硬度硬質陽極氧化膜的製備, 西華大學材料學系碩士論文, (2009)。
- [25] D. M. Aylor and D. Taylor, ASM Handbook, vol. 2, pp. 101-772, (1986) [26] X. Li, X. Nie, L. Wang and D. O. Northwood, " Corrosion Protection Properties of Anodic Oxide Coatings on an Al – Si Alloy ", Surface and Coatings Technology, vol. 200, pp. 1994-2000, (2005)