

鈦含量對7039鋁合金鐳道結構及機械性質影響之研究

鍾延徽、廖芳俊

E-mail: 9806495@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要目的是對7039鋁合金以惰氣鎢電極電弧鐳(TIG鐳)的施鐳方式將不等含量之鈦元素熔融於鐳道內，並藉由熱處理的施加與否，探討鈦含量、微結構與機械性質變化的情形。依據實驗結果顯示，鋁合金鐳道不論是否添加鈦元素，於未經熱處理鐳道試片之機械性質並無明顯的改變。一旦經由適當的熱處理製程後，鈦含量每增加0.1 wt.%可使鐳道晶粒細化0.56 μm ，且當鈦含量超過0.7 wt.%後，此晶粒細化的效果漸不明顯。而微硬度值與抗拉強度則相呼應，大抵隨鈦含量的增多而呈現明顯提升而漸趨平緩的方式表現。將未熱處理與經熱處理之鐳道試片破斷面相較後，發現經熱處理鐳道試片可觀察到較多韌窩狀組織的存在，故可得知對含鈦鐳道施以熱處理，將有助於伸長率與韌性值的提升。當鐳道約為0.7 wt.%鈦含量時，經過465、2小時固溶處理及105、7小時之時效處理後，整體鐳道的晶粒細化效果最為明顯，此時之硬度值與抗拉強度上升的幅度最為顯著。

關鍵詞：7039鋁合金、鈦含量、惰氣鎢電極電弧鐳、時效處理、機械性質

目錄

中文摘要iv 英文摘要v 誌謝vi 目錄vii 圖目錄x 表目錄xiv 第一章 前言1 第二章 文獻回顧3 2.1 鋁及其合金特性3 2.2 合金元素的添加對鋁合金性質之影響3 2.2.1 添加銅(Cu)元素之影響3 2.2.2 添加矽(Si)元素之影響4 2.2.3 添加鋅(Zn)元素之影響4 2.2.4 添加鎂(Mg)元素之影響4 2.2.5 添加鈦(Sc)元素之影響4 2.2.6 添加鋯(Zr)元素之影響5 2.3 鋁合金之分類6 2.4 鈦含量對鋁合金之影響 7 2.5 不同鐳接方式加入Sc元素10 2.6 鈦合金目前研究情形12 2.6.1 2000系列鋁合金加入鈦元素12 2.6.2 5000系列鋁合金加入鈦元素15 2.6.3 7000系列鋁合金加入鈦元素21 第三章 實驗方法24 3.1 實驗材料24 3.2 實驗規劃25 3.3 實驗步驟27 3.4 鐳接實驗28 3.5 熱處理製程29 3.6 試片取樣及鑲埋30 3.7 金相試片的拋光與腐蝕 32 3.8 硬度試驗33 3.9 拉伸試驗34 3.10 破斷路徑與破斷面分析 35 3.11 晶粒尺寸之量測計算36 3.12 掃描式電子顯微鏡(SEM)及X光能量分散光譜儀(EDS)38 第四章 實驗結果分析與討論39 4.1 母材微結構觀察、成份分析與機械性質測量39 4.2 鈦含量對未熱處理鐳道之影響40 4.2.1 7039鋁合金鐳道之巨觀金相結構40 4.2.2 7039鋁合金鐳道之微結構與成份分析40 4.2.3 7039鋁合金鐳道硬度分佈與鐳道橫截面探討 42 4.2.4 7039鋁合金鐳道之機械性質45 4.2.5 未熱處理之7039鋁合金鐳道破斷面的分析47 4.3 鈦含量對熱處理鐳道之影響49 4.3.1 經熱處理之7039鋁合金鐳道巨觀金相結構49 4.3.2 7039鋁合金鐳道微結構與成份分析50 4.3.3 7039鋁合金鐳道之微硬度值分佈情形53 4.3.4 施以熱處理之7039鋁合金鐳道機械性質55 4.3.5 7039鋁合金鐳道破斷面分析57 4.4 7039鋁合金未熱處理與經熱處理鐳道試片之比較60 4.4.1 未熱處理與經熱處理鐳道試片晶粒尺寸與機械性質之比較60 第五章 結論66 第六章 參考文獻67

參考文獻

- [1] 姜志華, “鋁合金電弧鐳接及硬鐳應用技術”, 科學圖書大庫, 第1~103頁, 1995.
- [2] A. Urena, M.D. Escalera, L. Gil, “Influence of interface reactions on fracture mechanisms in TIG arc-welded aluminium matrix composites”, *Composites Science and Technology* 60, pp. 613~622, 2000.
- [3] Y. Harada and D. C. Dunand, “Creep Properties Of Al₃Sc And Al₃(Sc, X) Intermetallics”, *Acta mater.* 48, pp. 3477~3487, 2000.
- [4] Zhimin Yin, Qinglin Pan, Yonghong Zhang, Feng Jiang, “Effect of minor Sc and Zr on the microstructure and mechanical properties of Al-Mg based alloys”, *Materials Science and Engineering A280*, pp. 151 - 155, 2000.
- [5] M. Furukawa, A. Utsunomiya, K. Matsubara, Z. Horit and T. G. Langdon, “Influence Of Magnesium On Grain Refinement And Ductility In A Dilute Al-Sc Alloy”, *Acta mater.* 49, pp. 3829 - 3838, 2001.
- [6] Vladivoj Ocenasek, Margarita Slamova, “Resistance to recrystallization due to Sc and Zr addition to Al-Mg alloys”, *Materials Characterization* 47, pp. 157 - 162, 2001.
- [7] 吳昇憲, “高強度含鈦 Al-Zn-Mg-Cu 合金之熱處理機械性質及顯微結構之研究”, 元智大學機械工程研究所碩士論文, 2002.
- [8] 林本源, 謝忠佑, 陳石法, 蔡希杰, “機械材料”, 高立圖書有限公司, 2002.
- [9] 金重勳, “機械材料”, 復文書局, 2002.
- [10] S. Lathabai, P.G. Lloyd, “The effect of scandium on the microstructure, mechanical properties and weldability of a cast Al-Mg alloy”, *Acta Materialia* 50, pp. 4275 - 4292, 2002.

- [11]孫浩然，陳聯超，“超高強度 7000 系鋁合金之熱處理及顯微結構研究”，元智大學碩士論文，2003.
- [12]周長彬，蔡丕椿，郭央謙，“焊接學”，全華科技圖書股份有限公司，2003.
- [13]A.F. Norman, K. Hyde, F. Costello, S. Thompson, S. Birley, P.B. Prangnell, “Examination of the effect of Sc on 2000 and 7000 series aluminium alloy castings: for improvements in fusion welding”, *Materials Science and Engineering A354*, pp. 188~198, 2003.
- [14]楊萬騏，李義剛，楊智綱，王文庭，陳義信，“高強度含鈦鋁合金鐳接性質之研究”，中華民國鐳接協會，2004.
- [15]Kun Yu, Wenxian Li, Songrui Li, Jun Zhao, “Microstructure and high temperature stability of age hardenable AA2219 aluminium alloy modified by Sc, Mg and Zr additions”, *Materials Science and Engineering A 464*, pp. 192~201, 2004.
- [16]Vijaya Singh, K. Satya Prasad, Amol A. Gokhale, “Effect of minor Sc additions on structure, age hardening and tensile properties of aluminium alloy AA8090 plate”, *Scripta Materialia 50*, pp.903 – 908, 2004.
- [17]Zhiguo Chen, Ziqiao Zheng, “Microstructural evolution and ageing behaviour of the low Cu:Mg ratio Al – Cu – Mg alloys containing scandium and lithium”, *Scripta Materialia 50*, pp. 1067 – 1071, 2004.
- [18]董孟軒，“Sc與Cu含量對A201合金鐳接特性之研究”，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2005.
- [19]姚朝榮，“熱處理對鋁鈦合金高溫機械性質研究分析”，中華大學機械與航太工程研究所碩士論文，2006.
- [20]林進貴，“含Sc、Cu之A201合金鐳條的鐳補性及常溫、高溫機械性質研究”，中央大學機械工程研究所碩士論文，2006.
- [21]C.S. Paglia, K.V. Jata, R.G. Buchheit, “A cast 7050 friction stir weld with scandium: microstructure, corrosion and environmental assisted cracking”, *Materials Science and Engineering A 424*, pp.196~204, 2006.
- [22]Vikas Jindal, P.K. De, K. Venkateswarlu, “Effect of Al₃Sc precipitates on the work hardening behavior of aluminum – scandium alloys”, *Materials Letters 60*, pp. 3373 – 3375, 2006.
- [23]A. Cabello Munoz, G. Ruckert, B. Huneau, X. Sauvage, S. Marya, “Comparison of TIG welded and friction stir welded Al – 4.5Mg – 0.26Sc alloy”, *Journal of Materials Processing Technology xxx*, pp.xxx, 2007.
- [24]J. Wloka, S. Virtanen, “Influence of scandium on the pitting behaviour of Al – Zn – Mg – Cu alloys”, *Acta Materialia 55*, pp. 6666 – 6672, 2007.
- [25]Jeoung Han Kim, Jin Ho Kim, Jong Taek Yeom, Dong-Geun Lee, Su Gun Lim, Nho Kwang Park, “Effect of scandium content on the hot extrusion of Al – Zn – Mg – (Sc) alloy”, *Journal of Materials Processing Technology 187 – 188*, pp. 635 – 639, 2007.
- [26]P. Naga Raju, K. Srinivasa Rao, G.M. Reddy, M. Kamaraj, K. Prasad Rao, “Microstructure and high temperature stability of age hardenable AA2219 aluminium alloy modified by Sc, Mg and Zr additions”, *Materials Science and Engineering A 464*, pp. 192~201, 2007.
- [27]Zhongxia Liu, Zijiong Li, Mingxing Wang, Yonggang Weng, “Effect of complex alloying of Sc, Zr and Ti on the microstructure and mechanical properties of Al – 5Mg alloys”, *Materials Science and Engineering A xxx*, pp.xxx, 2007.
- [28]S.C. Wang, C.P. Chou, Effect of adding Sc and Zr on grain refinement and ductility of AZ31 magnesium alloy”, *Journal of materials processing technology 197*, pp. 116 – 121, 2008.
- [29]李溢芸，王文雄，徐永富，童山，“超高強度Al-8.52Zn-1.75Mg-2.30Cu-0.13Zr-0.06Sc 鋁合金的析出硬化特性研究”，國立台灣大學材料工程學系，國立台北科技大學材料與資源工程學系，中山科學研究院材料暨光電研究所合作，[30]ASM, “ASM Handbook: Heat Treating”，1991.