

脈衝電流及時效處理對稀土鎂合金鐳道結構及機械性質影響之研究

蘇聖皓、廖芳俊

E-mail: 386817@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於科技的蓬勃發展，消費者對產品的需求已由先前之功能取向轉為需同時兼具質感與輕量的特性。同時亦因環保意識的提升，對製品用材的選擇與使用需能符合減低污染排放、提高能源效率及高回收再生率等考量，皆使鎂合金成為輕量化用材的新主流。因而本實驗將針對含鈮(Y)成份之AZ80稀土鎂合金擠製板施以平板TIG鐳與鐳後之時效熱處理，其間藉由脈衝電流頻率的改變及時效參數的調整，找出能有效提升此類鎂合金鐳道品質之最佳脈衝頻率及時效析出時程之參數組合。實驗結果顯示，隨脈衝電流頻率的增加，鐳道熔融區晶粒出現細化的效果，此結果也從脈衝鐳道之機械性質呈現出來，尤其在9 Hz鐳道出現優於其他頻率鐳道性質的表現。故選定9 Hz鐳道與未施予脈衝電流之0 Hz鐳道試片，進行接續之時效熱處理研究。於0 Hz及9 Hz時效鐳道中所析出之析出物相種類大致相同，其中在短時間時效所析出之不連續層狀析出物，對鐳道硬度及抗拉強度的提升有著較明顯的助益，但對伸長率卻有不良的影響。隨時效時間的增長，陸續有短棒狀及草蓆狀析出物於晶粒內部均勻析出，但未能對鐳道強度有進一步提升的效果，同時其伸長率亦呈持續下降的走勢。總和整體實驗結果，建議若要對AZ80稀土鎂合金進行鐳接試驗，可選擇9 Hz頻率之脈衝電流，應可獲得良好之鐳道機械性質。至於時效處理方面，可對鐳後鐳道施行420⁻¹ hr固溶水淬、再施以200⁻⁸ hr之時效處理，可有效提升時效鐳道強度的表現。

關鍵詞：AZ80稀土鎂合金、鈮元素、惰氣鎢電極電弧鐳、脈衝電流頻率、晶粒尺寸、時效處理、析出物、機械性質

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii	
ABSTRACT.....	v 誌謝.....	vii
目錄.....	viii 圖目錄.....	xii 表
目錄.....	xv 第一章 前言.....	1 第
二章 文獻回顧.....	2 2.1 鎂合金簡	
介.....	2 2.1.1 鎂合金發展.....	2 2.1.2 鎂
合金之命名方法.....	4 2.1.3 鎂合金的分	
類.....	5 2.1.4 鎂合金添加合金元素之影響.....	6
2.1.5 鎂合金材料特性.....	9 2.1.6 鎂合金之應用範圍及未來的發展趨	
勢.....	10 2.2 鎂合金鐳接之研究.....	12 2.2.1 雷射束鐳
接(LBW).....	12 2.2.2 電子束鐳接(EBW).....	13
2.2.3 惰氣鎢電極電弧鐳(GTAW).....	14 2.2.4 摩擦攪拌鐳	
接(FSW).....	17 2.3 熱處理.....	18 2.3.1 預
熱及鐳後熱處理.....	18 2.3.2 固溶處	
理.....	20 2.3.3 時效析出硬化.....	21 2.4 鎂
合金析出物形態.....	22 2.4.1 連續型與非連續型析出	
物.....	22 2.4.2 鎂合金析出物顯微組織.....	25 2.5 析出
物量對機械性質的影響.....	29 第三章 實驗方	
法.....	31 3.1 實驗材料.....	31 3.2 實驗
規劃.....	32 3.3 實驗步驟.....	35 3.4
實驗試片取樣及鑲埋.....	37 3.5 鐳接實	
驗.....	39 3.6 金相顯微組織的觀察.....	40
3.7 微硬度試驗.....	41 3.8 拉伸試	
驗.....	42 3.9 晶粒尺寸量測計算.....	43
3.10 場發射電子顯微鏡(FE-SEM)及能量分散光譜儀(EDS).....	44 3.11 X光繞射分析儀(X-Ray	
Diffraction, XRD).....	45 第四章 實驗結果分析與討論.....	46
4.1 AZ80稀土鎂合金母材顯微組織觀察.....	46 4.2 脈衝頻率對AZ80稀土鎂合金鐳道晶粒尺寸	
之影響.....	47 4.3 脈衝頻率對稀土鎂合金鐳道機械性質之影響.....	49 4.3.1
脈衝頻率與鐳道微硬度分佈之關係.....	50 4.3.2 脈衝頻率與鐳道降伏強度之關	

係.....	53	4.3.3 脈衝頻率與鐳道最大抗拉強度之關係.....	54	4.3.4
脈衝頻率與鐳道伸長率之關係.....	55	4.3.5 脈衝頻率與鐳道韌性值之關係.....	57	4.4
係.....	56	4.3.6 脈衝頻率晶粒尺寸與機械性質之關係.....	60	4.4
鐳道拉伸試片破斷面檢視.....	60	4.4.1 稀土鎂合金母材拉伸試片破斷面檢視.....	60	4.5
視.....	60	4.4.2 不同脈衝頻率鐳道拉伸試片破斷面檢視.....	64	4.6
脈衝頻率鐳道經時效處理之金相顯微組織觀察.....	64	4.6 時效析出物相形態之定義.....	68	4.7
義.....	68	4.7 經時效處理之脈衝鐳道析出物種類與時程.....	74	4.8
4.8 時效處理對脈衝鐳道機械性質之影響.....	74	4.8.1 時效處理與鐳道微硬度值之關係.....	79	4.8.2
係.....	79	4.8.2 時效處理與鐳道降伏強度之關係.....	83	4.8.3
時效處理與鐳道抗拉強度之關係.....	84	4.8.4 時效處理與鐳道伸長率之關係.....	85	4.8.5
係.....	85	4.8.5 時效處理與鐳道韌性值之關係.....	86	4.9
析出物之析出量與時效時間之關係.....	87	4.10 析出物析出量對機械性質之影響.....	88	4.10.1
響.....	88	4.10.1 析出物析出量與微硬度值之關係.....	89	4.10.2
析出物析出量與降伏強度之關係.....	89	4.10.3 析出物析出量與抗拉強度之關係.....	90	4.10.4
係.....	90	4.10.4 析出物析出量與伸長率之關係.....	91	4.10.5
析出物析出量與韌性值之關係.....	92	第五章 結	93	參考文獻.....
論.....	93	參考文獻.....	95	

參考文獻

- [1]王建義, “ 鎂合金板材之壓型加工技術 ”, 工業材料雜誌170期, pp.132~136, 2001.
- [2]F. Czerwinski, “ Magnesium and its Alloys ”, Magnesium Injection Molding, 2008.
- [3]金重勳, “ 工程材料 ”, 復文書局, 1996.
- [4]曾寶貞, “ 工業材料雜誌156期 ”, pp.153~159, 1999.
- [5]機械材料編輯委員會, “ 機械材料 ”, 高立圖書有限公司, 1998.
- [6]楊榮顯, “ 工程材料學 ”, 全華書局, 1997.
- [7]吳炳南等人編著, “ 機械材料 ”, 高立書局, 1993.
- [8]黃振賢, “ 機械材料 ”, 文京書局, 1998.
- [9]R.W. Cahn, P. Haasen and E.J. Kramer, “ Structure and Properties of Nonferrous Alloys ”, Materials Science and Technology, Vol. 8, p.131~212, 1996.
- [10]T. Lyman and H.E. Boyer, “ Metals Handbook Vol. 8 Metallography, Structures and Phase Diagrams ”, Metals Park, Ohio American Society for Metals, pp.305~311, 1974.
- [11]陳超明, “ 鎂合金的高速超塑性成型技術 ”, 工業材料168期, pp.102~104, 2000.
- [12]N. Kashefi, R. Mahmudi, “ The Microstructure and Impression Creep Behavior of Cast AZ80 Magnesium Alloy with Yttrium Additions ”, Materials and Design 39, pp.200~210, 2012.
- [13]B.F. Zhou, H. Yan, “ Application of Yttrium in AZ61 Magnesium Alloy and the Semi-solid AZ61 Alloy ”, Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 2010.
- [14]吳仕偉, “ 輕金屬應用汽車、電子-環保、省能、輕量化是國際趨勢 ”, 機械技術, pp.60~64, 2003.
- [15]蔡幸甫, “ 輕金屬產業的發展趨勢 ”, 工業材料雜誌166期, pp.165~168, 2000.
- [16]王俊傑, “ 鋁鎂合金於汽機車產業之應用發展趨勢 ”, 金屬工業研究發展中心, 1999.
- [17]A. Weisheit, R. Galun, B.L. Mordike, “ Laser Beam Welding of Magnesium Alloy ”, Welding Journal, pp.149~154, 1998.
- [18]宋剛, 劉黎明, 王繼鋒等, “ 變形鎂合金AZ31B電子束鐳接之研究 ”, pp.327~329, 2003.
- [19]T. Asahina, M. Ohkubo, “ Mechanical Properties of Electron Beam Welded Joints of AZ80 Magnesium Alloy ”, Journal of Japan Institute of Light Metals, Vol. 44, No. 4, pp.210~215, 1994.
- [20]L. Shanping, F. Hidetoshi, N. Kiyoshi, “ Marangoni Convection and Weld Shape Variations in Ar-O2 and Ar-CO2 Shielded GTA Welding ”, Materials Science and Engineering A, Vol. 380, No. 1-2, pp.290~297, 2004.
- [21]B.C. Howard, “ Modern Welding Technology ”, 4th Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- [22]N. Kazuhiro, “ Weldability of Magnesium Alloy ”, Journal of Light Metal Welding & Construction, Vol. 39, No. 12, pp.26~35, 2001.
- [23]董基良, “ 鐳接學 ”, 三民書局, pp.15~39, 1991.
- [24]A. Munitz, C. Cotler, A. Stern, G. Kohn, “ Mechanical Properties and Microstructure of Gas Tungsten Arc Welded Magnesium AZ91D Plates ”, Materials Science and Engineering A302, pp.68~73, 2001.
- [25]T.S. Kumar, V. Balasubramanian, M.Y. Sanavullah, “ Influences of Pulsed Current Tungsten Inert Gas Welding Parameters on the Tensile Properties of AA 6061 Aluminium Alloy ”, Materials and Design 28, pp.2080~2092, 2007.

- [26]施建志, “ 摩擦攪拌AZ31 鎂合金之微觀組織及機械性質之溫度效應探討 ”, 國立成功大學碩士論文, 2005。
- [27]N. Afrin, D.L. Chen, X. Cao, M. Jahazi, “ Microstructure and Tensile Properties of Friction Stir Welded AZ31B Magnesium Alloy ”, *Materials Science and Engineering A472*, pp.179~186, 2008.
- [28]D. Kotecki, “ Welding of Magnesium Alloys ”, *ASM Handbook*, Vol. 6, Welding, Brazing, and Soldering, pp.772~782, 1993.
- [29]R.E. Reed-Hill, *Physical Metallurgy Principles*, 3rd edition, pp.532~535, 1994.
- [30]I.J. Polmear, “ Magnesium Alloys and Applications ”, *Material Science and Technology*, Vol. 10, pp.1~16, 1994.
- [31]土重晴, 島陽原著, 陳永璋譯, “ 鎂合金之熱處理 ”, *金屬熱處理*, Vol. 63, pp.72~81, 1999。
- [32] “ Heat Treating of Nonferrous Alloys ”, *ASM Handbook*, Vol. 4, 1991.
- [33]G.Y. Yuan, Y.S. Sun, W.J. Ding, “ Effects of Bismuth and Antimony Additions on the Microstructure and Mechanical Properties of AZ91 Magnesium Alloy ”, *Materials Science and Engineering A308*, pp.38~44, 2001.
- [34]劉銘仁, “ 脈衝電流及時效處理對AZ91D鎂合金鐳道強韌性及析出物析出機制影響之探討 ”, 大葉大學碩士論文, 2005。
- [35]Z.Y. Zhang, X.Q. Zeng, W.J. Ding, “ The Influence of Heat Treatment on Damping Response of AZ91D Magnesium Alloy ”, *Materials Science and Engineering A392*, pp.150~155, 2005.
- [36]M.X. Zhang and P.M. Kelly, “ Crystallography of Mg₁₇Al₁₂ Precipitates in AZ91D Alloy ”, *Scripta Materialia*, Vol. 48, pp.647~652, 2003.
- [37]林榮輝, “ 鎂鋁鋅合金時效析出相變之分析 ”, 國立中央大學碩士論文, 2002。
- [38]G.L. Song, A. Andrej, D. Matthew, “ Influence of Microstructure on the Corrosion of Die Cast AZ91D ”, *Corrosion Science* Vol. 30, pp.249~273, 1999.
- [39]G. Song, A.L. Bowles, D.H. St. John, “ Corrosion Resistance of Aged Die Cast Magnesium Alloy AZ91D ”, *Materials Science and Engineering A366*, pp.74~86, 2004.
- [40]S. Celotto, “ TEM Study of Continuous Precipitation in Mg - 9 wt.% Al - 1 wt.% Zn Alloy ”, *Acta. Materialia*, Vol. 48, pp.1775~1787, 2000.