

脈衝電流對超輕質鎂鋰合金鐸道結構及機械性質影響之研究

蘇章輝、廖芳俊

E-mail: 9419895@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於「綠色環保」概念的蓬勃發展，奠定了兼具輕量化與環保可回收雙重特性材料的使用趨勢，而此類材料中又以鎂合金和鋁合金為最具代表性。除了3C產業已大量採用外，積極致力於車體輕量化之汽、機車產業及航太工業，更是投入大量人力於更輕量化金屬的研發。而「鎂鋰合金」具有較一般鎂合金(1.80 g/cm³)更輕質(~1.35 g/cm³)、更高伸長率(~50%)之特性，故對常溫之加工成型極為有利。但目前國內外對於鎂鋰合金之鐸接研究極度匱乏，因而本實驗選擇業界普遍使用之惰性鎢電極電弧鐸方式，對不同鋰元素含量之鎂鋰合金(LZ70與LZ90合金)，於相同鐸接參數下，搭配脈衝電流頻率(0、3、6、9、18Hz)施加，進行相關熔接製程的研究，以了解鎂鋰合金鐸道結構與機械性質之相互影響，並釐出鎂鋰合金之可鐸性。由鎂鋰合金平衡相圖得知，LZ70與LZ90鎂鋰合金屬相合金。對鐸道金相觀察結果顯示，不同含鋰量之鎂鋰合金經脈衝電流施鐸後，鐸道之結構組織的分佈型態雖有所差異，但仍以和之相組織為主。至於機械性質的表現，以LZ70合金鐸道之微硬度值與最大拉伸強度明顯優於LZ90合金鐸道；但伸長率與韌性值的表現則是LZ90合金鐸道表現較佳。搭配機械性質與XRD分析結果得知，鐸道中-Mg相含量的變化將直接影響到鐸道拉伸強度的表現。對LZ70與LZ90合金之鐸道破斷試片做觀察，發現破斷模式大抵以沿晶界破斷為主。在LZ70鐸道破斷面上皆存在相似之韌窩狀組織，故其伸長率的表現頗為相近；但在0Hz與9Hz之LZ90鐸道破斷面上，則出現緻密之皺摺狀韌窩組織及呈現較明顯高低起伏的情形；至於3Hz鐸道破斷面則較平整，且無明顯韌窩狀組織的存在，因此3Hz鐸道伸長率與韌性值的表現相對遜色。希望經由此次研究，能對鎂鋰合金之鐸接特性有進一步的發現與了解，並擴展其可應用之領域。

關鍵詞：鎂鋰合金，惰性鎢電極電弧鐸，脈衝電流，機械性質，韌窩狀組織

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	v
誌謝.....	vii
目錄.....	ix
圖目錄.....	x
表目錄.....	xiii
第一章 緒論.....	xix
1.1 緣起.....	1
1.1.1 緣起.....	1
1.1.2 本文目標.....	5
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 鎂合金特性.....	7
2.1.1 比重低.....	7
2.1.2 比強度/比剛性佳.....	7
2.1.3 可回收性佳.....	9
2.1.4 吸震性佳.....	9
2.1.5 電磁波遮蔽性佳.....	10
2.1.6 熱傳導散熱性佳.....	11
2.2 合金元素添加對鎂合金性質之影響.....	12
2.2.1 添加鋁(Al)元素的影響.....	12
2.2.2 添加鋅(Zn)元素的影響.....	12
2.2.3 添加錳(Mn)元素的影響.....	13
2.2.4 添加鈳(Zr)元素的影響.....	13
2.2.5 添加鋰(Li)元素的影響.....	13
2.2.6 添加矽(Si)元素的影響.....	14
2.2.7 添加鈹(Be)元素的影響.....	14
2.2.8 添加稀土(Re)元素的影響.....	14
2.3 鎂合金的鐸接研究.....	15
2.4 電弧鐸(Arc welding).....	15
2.5 脈衝電流頻率對電弧鐸道之影響.....	16
2.6 鎂鋰合金目前研究情形.....	19
2.7 鎂鋰合金系之研究.....	24
2.8 鎂鋰合金拉伸應力之研究.....	25
2.9 鎂鋰合金等徑轉角擠製沖壓之研究.....	30
2.10 添加合金元素對鎂鋰合金之研究.....	35
第三章 實驗方法.....	42
3.1 實驗材料.....	42
3.2 實驗規劃.....	45
3.3 實驗步驟及分析流程.....	47
3.4 鐸接實驗裝置及設備簡介.....	50
3.5 顯微組織的觀察與分析.....	52
3.6 拉伸試驗.....	52
3.7 微硬度試驗.....	53
3.8 掃描式電子顯微鏡(SEM)及X光能量分散光譜儀(EDS).....	53
3.9 X光繞射分析儀(X-Ray Diffraction, XRD).....	55
第四章 實驗結果分析與討論.....	56
4.1 LZ90 鎂鋰合金母材金相組織.....	57
4.2 LZ70 鎂鋰合金母材金相組織.....	57

..... 58	4.3 LZ70和LZ90鎂鋰合金脈衝電流鐳道之金相組織.....	60	4.4 鎂鋰合金鐳道性質的探討.....	71
71	4.4.1 脈衝電流鐳道之微硬度.....	71	4.4.2 脈衝電流鐳道之降伏強度.....	73
73	4.4.3 脈衝電流鐳道之最大拉伸強度.....	74	4.4.4 脈衝電流鐳道之伸長率與韌性值.....	75
75	4.5 鋰元素之添加差異對鐳道機械性質之影響.....	77	4.6 LZ70與LZ90合金之XRD分析.....	80
80	4.7 LZ70與LZ90拉伸試片破斷面分析.....	90	4.7.1 LZ70與LZ90母材破斷面分析.....	90
90	4.7.2 LZ70與LZ90脈衝鐳道破斷面分析.....	93	第五章 結論.....	110
110	參考文獻.....	112		

參考文獻

- [1] H. Friedrich, S. Schumann, "Research for a new age of magnesium in the automotive industry," *Journal of Materials Processing Technology* 117, pp.276~281, 2001 [2] B.L. Mordike, T. Ebert, "Magnesium Properties - applicationspotential," *Material Science and Engineering A302*, pp.37~45,2001 [3] 王建義, 許博淳, 洪衛朋, 徐章詮, "鎂鋰合金之機械性質與顯微組織", *金屬熱處理*第76期, pp.49~53, 2003 [4] 廖芳俊, "鍛造用Mg-Al-Zn系鎂合金熔鐳製程之探討", *工業材料雜誌*174期, pp.169~175, 2001 [5] 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 [6] 吳仕偉, "輕金屬應用汽車、電子產業、環保、省能、輕量化是國際趨勢", *機械技術雜誌*222期, pp.60~64, 2003 [7] 楊智超, "鎂合金材料特性及新製程發展", *工業材料雜誌*152期, pp.72~80, 1999 [8] 楊智超, "鎂合金材料特性及新製程發展", *工業材料雜誌*152期, pp.72~80, 1999 [9] 黃繼遠, 莫文偉, 鄭銘章, "電磁波VS電磁波遮蔽材", *科學發展*362期, pp.18~21, 2003 [10] 黃升柏, "鎂合金", <http://home.kimo.com.tw/po/po2/mg14.html>, 2000 [11] M. Regev, E. Aghion, A. Rosen, M. Bamberger, "Creep studies of coarse - grained AZ91D magnesium castings," *Materials Science and Engineering A252*, pp.6~16, 1998 [12] A. Munitz, C. Cotler, A. Stern, G. Kohn, "Mechanical properties microstructure of gas tungsten arc welded magnesium AZ91D plates," *Materials Science and Engineering A302*, pp.68~73, 2001 [13] 劉文勝, "AZ61鎂合金的疲勞性質與破壞分析", 中央大學機械所碩士論文, 2000 [14] C.H. Caceres, C.J. Davidson, J.R. Griffiths, and C.L. Newton, "Effect of solidification rate and ageing on the microstructure and mechanical properties of AZ91 alloy," *Materials Science and Engineering A325*, pp.344~355, 2002 [15] C. Shaw, H. Jones, "The contributions of different alloying addition to hardening in rapidly solidified magnesium alloys," *Materials Science and Engineering A226~228*, pp.856~860, 1997 [16] A.K. Dahle, T.C. Lee, M.D. Nave, P.L. Schaffer, D.H. StJohn, "Development of the as - cast microstructure in magnesiumaluminum alloys," *Journal of Light Metals*, pp.61~72, 2001 [17] 魏振仁, "鎂合金時效行為之研究", 義守大學材料所碩士論文, 2001 [18] 周長彬, 蔡丕椿, 郭央謀, "鐳接學", 全華科技圖書股份有限公司, 2003 [19] 姜志華, "輕量化應用領域之新興潛力型材料 - 鎂及鎂合金之基本特性, 鐳接及其應用概述", *金屬工業*32卷1期, pp.57~60, 2003 [20] H. Krohn, S. Singh, "Welding of Magnesium Alloys," *Speech, IIW Seminar, Trends in Welding of Lightweight Automotive and Railroad Vehicles*, Wels, Austria, pp.625~626, 1997 [21] P.R. Vishnu, "Modelling microstructural changes in pulsed weldment," *Welding in the World*, pp.214~222, 1995 [22] Asahina, Toshikatsu, "Some characteristics of TIG welded joints of AZ31 magnesium alloy," *Journal of japan institute of light alloys*, Vol. 45, No. 2, pp.70~75, 1995 [23] 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 [24] T.B. Massalski, "Binary Alloy Phase Diagrams," Vol.2, pp.1487,1986 [25] 王建義, "超輕量鎂合金開發", *工業材料雜誌*184期, pp.132, 2002 [26] H. Haferkamp, M. Niemeyer, R. Boehm, U. Holzkamp, C. Jaschik and V. Kaese, "Development, Processing and Applications Range of Magnesium Lithium Alloys," *Materials Science Forum* Vols.350-351, pp.31~42, 2000 [27] A. Yamamoto, T. Ashida, Y. Kouta, K.B. Kim, S. Fukumoto, H. Tsubakino, "Precipitation in Mg - (4-13)%Li - (4-5)%Zn Ternary Alloys," *Materials Transactions*, Vol.44, pp.619-624, 2003 [28] H. Takuda, S. Kikuchi, T. Tsukada, K. Kubota, N. Hatta, "Effect of strain rate on deformation behavior of a Mg - 8.5Li - 1Zn alloy sheet at room temper," *Materials Science and Engineering A271*, pp.251-256, 1999 [29] H. Takuda, H. Matsusaka, S. Kikuchi, K. Kubota, "Tensile properties of a few Mg - Li - Zn alloy thin sheets," *Journal of Materials Science* 37, pp.51-57, 2002 [30] T. Liu, W. Zhang, S.D. Wu, C.B. Jiang, S.X. Li, Y.B. Xu, "Mechanical properties of a two - phase alloy Mg - 8%Li - 1%Al processed by equal channel angular pressing," *Materials Science and Engineering A360*, pp.345~349, 2003 [31] S. Kamado, T. Ashie, Y. Ohshima and Y. Kojima, "Tensile Properties and Formability of Mg - Li Alloys Grain - refined by ECAE Process," *Materials Science Forum* Vols.350-351, pp.55~62, 2000 [32] A. Sanschagrin, R. Tremblay, R. Angers, D. Dube, "Mechanical properties and microstructure of new magnesium - lithium base alloys," *Materials Science and Engineering A 220*, pp.69-77, 1996 [33] G.S. Song, M. Staiger, M.V. Kral, "Some new characteristics of the strengthening phase in - phase Magnesium - lithium alloys containing aluminum and beryllium," *Materials Science and Engineering A 371*, pp.371~376, 2004 [34] G.S. Song, M.V. Kral, "Characterization of cast Mg - Li - Ca alloys," *Materials Characterization*, 2005