

電化學沉積系統之間隙控制研究

傅璿運、張義芳

E-mail: 9706751@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究於深孔放電加工機台上建立一局部電化學沈積系統，其中包含沈積電源分壓電路、電極與沈積板、沈積電流偵測迴路、間隙控制器等裝置。文中會詳細探討沈積電流及沈積間隙等各種條件間的關係，如此便能找出間隙與回授電壓的關係來取代回授增益，就能以此搭配伺服驅動系統來設計間隙控制器。在建立完整沈積間隙控制系統後，執行沈積實驗，找出最好的沈積間隙即沈積電流。文中也探討不同電極直徑對回授特性的影響，以評估若要以微小電極沈積時，可能面臨到的問題。

關鍵詞：放電加工機，局部電化學沈積，間隙控制

目錄

面內頁 簽名頁 授權書 中文摘要 英文摘要 致謝 目錄 圖目錄 表目錄 第一章 緒論 1.1 前言 1.2 研究動機 1.3 論文架構 第二章 文獻探討 2.1 局部電化學沈積基本原理 2.2 局部電化學沈積微結構物之方法 第三章 硬體設計與模擬 3.1 系統架構 3.2 富士可程式控制器 3.2.1 撰寫語言 3.3 可變焦顯微放大擷取觀察系統 3.4 局部電化學沈積反應 3.5 前處理 3.5.1 感測器之設計 3.5.2 電解液之調配 3.5.3 電解槽之尺寸 3.5.4 製作白金電極 3.5.5 包覆陰極底板 3.6 間隙控制系統 第四章 實驗結果與討論 4.1 使用1mm白金電極進行局部電化學沈積 4.2 使用0.5mm白金電極進行局部電化學沈積 4.3 使用0.3mm白金電極進行局部電化學沈積 4.4 沈積速度 第五章 結論與未來展望 5.1 結論 5.2 未來展望 參考文獻 圖目錄 圖2.1 局部電化學沈積示意圖 圖3.1 放電加工機台實體圖 圖3.2 系統架構流程圖 圖3.3 富士PLC控制器實體圖 圖3.4 SX Bus與Processor Bus位置圖 圖3.5 ST語言範例 圖3.6 可變焦顯微放大擷取觀察系統 圖3.7 沈積系統架構圖 圖3.8 放電加工機台結合設計之電化學沈積系統 圖3.9 霍爾電流感知器 圖3.10 霍爾電流感知器與沈積系統連接圖 圖3.11 硫酸銅粉末 圖3.12 硫酸溶液 圖3.13 電解槽尺寸圖 (單位mm) 圖3.14 電解槽實體圖 圖3.15 製作電極所需材料 圖3.16 白金線焊接於銅線上 圖3.17 套裝塑膠套管示意圖 圖3.18 注入保麗龍膠示意圖 圖3.19 研磨後的電極尖端 圖3.20 電極尖端實體圖 圖3.21 包覆陰極底板示意圖 圖3.22 包覆陰極底板實體圖 圖3.23 Z軸間隙控制方塊圖 圖3.24 回授電壓與間隙實驗關係圖 圖3.25 間隙控制方塊圖 圖3.26 原系統間隙控制方塊圖 圖3.27 線性化回授特性圖 圖3.28 控制系統基本方塊圖 圖3.29 性能指標J3相對Kg圖 圖3.30 使用simulink 模擬回授訊號圖 圖3.31 使用示波器實際擷取之回授訊號圖 圖4.1 線徑1mm, 沈積結構物 (間隙10 μm , 回授值-1.42V, 電流1.775A) 圖4.2 線徑1mm, 沈積結構物 (間隙20 μm , 回授值-1.40V, 電流1.75A) 圖4.3 線徑1mm, 沈積結構物 (間隙30 μm , 回授值-1.38V, 電流1.725A) 圖4.4 線徑1mm, 沈積結構物 (間隙40 μm , 回授值-1.36V, 電流1.70A) 圖4.5 線徑1mm, 沈積結構物 (間隙50 μm , 回授值-1.34V, 電流1.675A) 圖4.6 1mm沈積物直徑大小實際圖 圖4.7 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙10 μm , 回授值-1.20V, 電流1.5A) 圖4.8 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙20 μm , 回授值-1.18V, 電流1.475A) 圖4.9 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙30 μm , 回授值-1.16V, 電流1.45A) 圖4.10 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙40 μm , 回授值-1.14V, 電流1.425A) 圖4.11 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙50 μm , 回授值-1.12V, 電流1.4A) 圖4.12 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙60 μm , 回授值-1.10V, 電流1.375A) 圖4.13 線徑0.5mm, 沈積結構物 (間隙70 μm , 回授值-1.08V, 電流1.35A) 圖4.14 0.5mm沈積物直徑大小實際圖 圖4.15 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙10 μm , 回授值-1.16V, 電流1.45A) 圖4.16 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙20 μm , 回授值-1.14V, 電流1.425A) 圖4.17 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙30 μm , 回授值-1.12V, 電流1.4A) 圖4.18 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙40 μm , 回授值-1.10V, 電流1.375A) 圖4.19 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙50 μm , 回授值-1.08V, 電流1.35A) 圖4.20 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙60 μm , 回授值-1.06V, 電流1.325A) 圖4.21 線徑0.3mm, 沈積結構物 (間隙70 μm , 回授值-1.04V, 電流1.3A) 圖4.22 0.3mm沈積物直徑大小實際圖 表目錄 表3.1 可結合語言 表3.2 ST語言基本指令說明表 表3.3 霍爾電流感知器詳細資料 表3.4 電解液成分 表3.5 實際量測電阻值 表4.1 沈積速度表 (1mm)

參考文獻

- [1]J. D. Madden, S. R. Lafontaine, and I. W. Hunter, " Fabrication by Electrodeposition : Building 3D Structures and PolymerActuators ", Sixth International Symposium on Micro Machineand Human Science, (1995). IEEE, pp. 77-81.
- [2]J. D. Madden, and I. W. Hunter, " Three-Dimensional Microfabrication by Localized Electrochemical Deposition, " Journal of Microelectromechanical System, Vol. 5, No. 1, March(1996), pp.24-32.

- [3]E. M. El-Giar, U Cairo, and D. J. Thomson, "Localized Electrochemical Plating of Interconnectors for Microelectronics", Proceedings of 1997 Conference on Communications, Power and Computing; Winnipeg, MB; May22-23, (1997), pp.327-332.
- [4]C. S. Lin, C. Y. Lee, J. H. Yang, Y. S. Huang, "Improved Copper Microcolumn Fabricated by Localized Electrochemical Deposition", Electrochemical and Solid-State Letters 8 (9) C125-C129(2005).
- [5]黃士璋, "使用電泳沈積研磨加工改善放電微孔精度之研究", 中央大學機械工程研究所碩士論文, 中壢, 2003。
- [6]A. J. Bard, F. Fan, J. Kwak, and O. Lev, "In Situ Scanning Tunneling Microscopic Study of the Corrosion of Type 304L Stainless Steel in Aqueous Chloride Media", Journal of the Electrochemical Society, (1989), 61(2), pp. 132-138.
- [7]E. M. El-Giar, R. A. Said, G. E. Bridges, and D. J. Thomson, "Localized Electrochemical Deposition of Copper Microstructures", Journal of the Electrochemical Society, 147 (2)(2000), pp. 586-591.
- [8]D. Muller, F. Muller, and M. Hietschold, "Localized Electrochemical Deposition of Metals Using Micropipettes", Thin Solid Films, 366(2000)32-36.
- [9]S. H. Yeo and J. H. Choo, "Effects of rotor electrode in the fabrication of high aspect ratio microstructures by localized electrochemical deposition", Journal of Micromechanics and Microengineering. 11, (2001) 435-442.
- [10]Y. Li, Y. Zheng, G. Yang, and L. Peng, "Localized electrochemical micromachining with gap control", Sensors and Actuators A 108(2003), pp. 144-148.
- [11]Steven. C Chapra and Raymond P. Canale, "Numerical Methods For Engineers", McGraw-Hill Book Company, 1988.
- [12]Chin-Hao Yang, Wen-Luh Yang, and Wei Chang, "Copper interconnects Grown by Electrochemical Displacing the Prepatterned SiC Barrier Thin Film", Electrochemical and Solid-State Letters 8 (9) C121~C124 (2005).
- [13]Kozak, J. and Rajurkar K.P., Hybrid machining process evaluation and development. Keynote Paper, Proc. 2nd Int. Conf. on Machining and Measurements of Sculptured Surfaces, Kralow, Poland. 2000, 501-536.
- [14]Ilhan. R. E., Sathyanarayanan, G., Storer, R. H. and Phillips, R. E., A study of wheel wear in electrochemical surface grinding, ASME, journal of engineering for industry, Vol. 114,1992,82-93.
- [15]Enache, S. and Opran, C., The mathematical model of the ECM with magnetic field, Annals of the CIRP Vol.83/1,1989,207-210.
- [16]Fox, M., Agrawal, K., Shinmura, T. and Komanduri, R.,Magneticabrasive finishing of rollers, Ann. CIRP 43(1),1994,181-184.
- [17]Yih-Fang Chang, "Mixed optimization approach to gap control on EDM", Control Engineering Practice 13 (2005) 94-104.
- [18]Yih-Fang Chang, "FPGA-Based Robust Ignition Delay Control on EDM", Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Vol.24, No.6, pp.629~639(2003).
- [19]杜鴻志, "電化學沈積之間隙寬度控制研究", 大葉大學機電自動化研究所碩士論文, 彰化, 2007。
- [20]田中三郎 著, 賴耿陽 譯著, "應用電化學", 復興出版社, 台南, 1980。
- [21]賴耿陽 譯著, "電化學實驗法", 復興出版社, 台南, 1999。
- [22]謝淵清 著, "電化學反應程序", 財團法人徐氏基金會, 台北, 1983。
- [23]董光雄 編著, "放電加工", 復文圖書有限公司, 台南, 1989。
- [24]張渭川 編著, "圖解放電加工的結構與實用技術", 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 2001。