

# 微型電磁式致動器陣列設計與製造

張緯良、陳俊達

E-mail: 9805484@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究的目的是在於發展一種以金屬材料為基礎的表面微加工技術，此技術結合了微影、蒸鍍、和電鍍製程用以製作一新型式微致動器。製作方式是採用標準的半導體製程來達到低成本及高精度之要求。致動器的結構是利用聚醯亞胺 (polyimide) 之高分子材料做為絕緣層，再利用電鍍的技術鍍上銅線圈，並藉由線圈通入電流以產生磁場，使聚二甲基矽氧烷(PDMS)薄膜上的電鍍磁性薄膜產生磁力，來驅動機構產生可控制位移，達到致動的效果。然而以此為基礎，再進而製作出陣列式線圈，配合聚二甲基矽氧烷(PDMS)薄膜上的電鍍磁性薄膜，通入電流來產生類似波浪狀的位移，將來可以其應用於微型零件的傳遞。其線圈尺寸方面為分別為線寬150  $\mu\text{m}$ 線距150  $\mu\text{m}$ 、線寬125  $\mu\text{m}$ 線距150  $\mu\text{m}$ ，及線寬100  $\mu\text{m}$ 線距125  $\mu\text{m}$ 之三種不同尺寸的平行線圈，並量測其分別在不同磁力影響下產生的位移，最大位移量可達36.6  $\mu\text{m}$ 。此研究並進而改變PI的厚度，使的線圈厚度增加，磁場改變量隨之增加。在此之前的研究可知聚二甲基矽氧烷(PDMS)薄膜上的電鍍磁性薄膜越厚聚磁效果越好，因結構物剛性變大位移卻隨之降低，所以如何去取捨聚二甲基矽氧烷(PDMS)薄膜上的電鍍磁性薄膜厚度也是我們必須探討的。

關鍵詞：致動器微電鍍磁性薄膜陣列式線圈

## 目錄

第一章 緒論	1.1 前言	1.1.2 微機電系統之概述與發展	2.1.3
微型致動器發展之概述	2.1.4 文獻回顧	3.1.5 研究動機與目的	
第二章 微型致動器	2.1 研究目的	2.2 致動器微小化之優點	6
2.3 微型致動器之類型	2.3.1 電熱式致動器	2.3.2 靜電式致動器	8
2.3.3 壓電式致動器	2.3.4 電磁式致動器	2.3.5 電鍍技術	9
第三章 微型電磁式致動器製程技術	3.1 研究目的	3.2 電鍍技術	13
3.3 電鍍銅金屬	3.4 銅鍍液之種類	3.5 電鍍鈷鎳合金	16
3.6 電鍍控制條件	3.7 適用於電鍍的光阻	3.8 電鍍基本配備	16
3.9 PDMS之特性概述	3.10 製程步驟簡介	3.10.1 蒸鍍種子層	20
3.10.2 厚膜光阻微影製程	3.10.3 電鍍線圈通道	3.10.4 定義線圈圖形	23
3.10.5 蒸鍍線圈	3.10.6 電鍍線圈	3.10.7 PDMS薄膜製程	31
3.10.8 電鍍磁性薄膜	3.10.9 線圈與上層板結合	第四章 結果與討論	38
4.1 微型電磁式致動器	4.1.1 磁場強度	4.1.2 磁場梯度	47
4.1.3 位移量測	4.2 蠕動式致動器	4.2.1 陣列式線圈	55
4.2.2 驅動電路設計	4.2.3 蠕動式致動器	第五章 結論	67
5.1 結論	5.2 未來與展望	參考文獻	71
			74

## 參考文獻

- [1] Riethmuller, W. and Benecke, W., "Thermally Excited Silicon Microactuators," IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 35, pp. 758-763, Jun. 1988.
- [2] Guckel, H., Klein, J., Christenson, T., Skrobis, K., Laudon, M., and Lovell, E.G., "Thermo-Magnetic Metal Flexure Actuators," Solid-State Sensor and Actuator Workshop, 5th Technical Digest, IEEE, pp. 73-75. 1992.
- [3] M. Khoo, C. Lin, "A Novel Micromachined Magnetic Membrane Microfluid Pump," Proceedings of the 22nd Annual EMBS International Conference, July 23-23, pp. 2394-2397, 2000.
- [4] Ki Hoon Kim, Hyeun Joong Yoon, Ok Chan Jeong, Sang Sik Yang, "Fabrication and test of a micro electromagnetic actuator," Sensors and Actuators A, Vol. 117, pp.8-16, 2005.
- [5] Wei Li1, Jingqiu Liang1, Xiaoqi Li, Weibiao Wang, Yanchao Zhong, and Degui Sun, "Design and fabrication of a micro-optic switch",

OPTICS EXPRESS 6324 ,Vol. 16, 2008.

[6]劉政志，電磁致動式微幫浦之最佳效能分析，國立成功大學，碩士論文，2002。

[7]方維倫、吳名清、楊學安，微機構的元件型式與運動特性，國立清華大學動力機械工程學系，微系統暨奈米科技協會會刊第九期，2002。

[8]陳暉暄，新型變焦凹面型光柵，國立中央大學，碩士論文，2004。

[9]鄧伊浚，電鍍鎳鈷與鎳鐵合金組織與機械性質之研究，大葉大學，碩士論文，2003。

[10]編譯:蘇葵陽、校正:張良謙，實用電鍍理論與實際，複文書局，2003。

[11]Lee C.Y., Lee G.B., Micromachine-based humidity sensors with integrated temperature sensors for signal drift compensation, Journal of Micromechanics and Microengineering,626-631 ,2003.

[12]Hyoung J. Cho and Chong H. Ahn, " A Bidirectional Microactuator Using Electroplated Permanent Magnet Arrays, " IEEE 1057-7157/02, 2002.

[13]D. Armani, C. Liu and N. Aluru, " Re-Configurable Fluid Circuits by PDMS Elastomer Micromachining, " IEEE Micro Electro Mechanical Systems, pp. 222-227, 1999.

[14]Toray,Positive Tone Photosensitive Polyimide Coating, Toray Industries,10-15,2003.

[15]陳皓楨，微型感測器與致動器之設計與應用，大葉大學，碩士論文，2007。

[16]陳震徽，微型電磁式致動器與微幫浦之設計與製作，大葉大學，碩士論文，2008。

[18]章賢聰，用於無閥阻抗微幫浦之新型微電磁致動器之設計、製作與最佳化，大葉大學，博士論文，2007。

[19]張瑞斌，微電鍍技術及其在生物晶片之應用，國立成功大學，碩士論文，2002。

[20]楊啟榮，微機電製程之精密電鍍技術，國立台灣師範大學。

[21]黃偉銘，無閥式磁控微幫浦之設計、製作與分析，國立成功大學，2006。