

# 疊層壓電有閥式微幫浦設計與製作

林昱秀、鄭江河

E-mail: 346405@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

微幫浦系統主要功能是獲得微小流量的精確控制，本文使用疊層式手法將加工後之壓克力零件、閥體和PZT致動器模組按序組裝。本文中設計兩種不同材料及不同結構之閥體，Type 為具有四個橋接式結構的電鑄鍍材；Type 為澆注高分子材料PDMS之懸臂樑結構，搭配其組裝零件後加以組裝，組裝完成後測量流量及其相關測試。實驗重點在於探討不同閥體材料及厚度，在各種頻率及電壓操作下，對微幫浦流率及背壓之影響。以相同的PZT致動器組成兩種不同閥體的性質進行測試，實驗結果顯示金屬鍍閥體20  $\mu$ m厚時，微幫浦操作電壓在160Vpp、頻率30Hz的正弦波驅動下，最大流量可達每分鐘48.06ml，最高揚程可達7.5kPa；PDMS閥體600  $\mu$ m厚時，操作電壓在160 Vpp、頻率30Hz的正弦波驅動下，最大流量可達每分鐘56.88ml，最高揚程可達12kPa。

關鍵詞：疊層式、微幫浦、閥門、壓電、電鑄、PDMS

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 .....	iii	英文摘要 .....	iii
.....iv 誌謝 .....	iv	目錄 .....	v
.....vi 圖目錄 .....	vi	表目錄 .....	ix
.....xiii 第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1
.....2 1.3 文獻回顧.....	3	1.2 研究動機.....	1
.....13 2.1 疊層壓電有閥式微幫浦基本概念.....	13	2 第二章 疊層壓電有閥式微幫浦設計概念.....	13
.....14 2.3 疊層壓電有閥式微幫浦閥體介紹.....	14	2.1 疊層壓電有閥式微幫浦基本尺寸.....	13
.....21 2.3.1 金屬鍍閥體材料.....	21	2.2 疊層壓電有閥式微幫浦結構尺寸.....	13
.....21 2.3.2 高分子材料PDMS閥體材料.....	21	2.3 不同材料閥體之差異.....	26
.....22 2.3.3 不同材料閥體之差異.....	22	第三章 微幫浦結構元件製作.....	28
.....28 3.1 黃光製程.....	28	3.1 黃光製程.....	28
.....29 3.3 電鑄製程.....	31	3.2 蝕刻製程.....	28
.....31 3.3 結構元件製作.....	31	3.3 結構元件製作.....	34
.....34 3.3.1 閥門腔體層.....	34	3.3.1 閥門腔體層.....	34
.....34 3.3.2 Type 閥體製作.....	38	3.3.2 Type 閥體製作.....	38
.....40 3.5 疊層壓電有閥式微幫浦組裝.....	44	3.4 壓電致動器之製作.....	46
.....44 第四章 實驗量測與探討.....	46	4.1 實驗量測設備與架設說明.....	46
.....46 4.2 壓電微幫浦測試.....	48	4.2 壓電微幫浦測試.....	48
.....49 4.2.1 Type 之位移測試.....	49	4.2.1 Type 之位移測試.....	48
.....49 4.2.2 Type 之不同閥體厚度流量測試.....	54	4.2.2 Type 之不同閥體厚度流量測試.....	54
.....59 4.2.4 Type 之位移測試.....	60	4.2.3 Type 之揚程測試.....	59
.....60 4.2.5 Type 之流量測試.....	60	4.2.4 Type 之位移測試.....	59
.....65 4.2.6 Type 之揚程測試.....	69	4.2.5 Type 之流量測試.....	60
.....70 4.3 水溶液黏度對微幫浦流量的影響.....	73	4.2.6 Type 之揚程測試.....	65
.....74 4.3.1 黏度對Type 流量影響.....	73	4.2.7 不同電壓對Type 和Type 之流量比較.....	70
.....74 4.3.2 黏度對Type 流量影響.....	75	4.3 水溶液黏度對微幫浦流量的影響.....	73
.....75 第五章 結論.....	77	4.3.1 黏度對Type 流量影響.....	74
.....77 參考文獻.....	79	4.3.2 黏度對Type 流量影響.....	74

## 參考文獻

- [1]M.M. Teymoori, E. Abbaspour-Sani, " Design and simulation of a novel electrostatic peristaltic micromachined pump for drug delivery applications, " Sens. Actuator A-Phys., 117 , 222-229, 2005.
- [2]G. H. Feng and E. S. Kim, " Micropump based on PZT unimorph and one-way parylene valves, " J. Micromech. Microeng., 14, 429 – 435, 2004 .
- [3]Jianke Kang, Joseph V Mantese and Gregory W Auner " A self-priming, high performance, check valve diaphragm micropump made from SOI wafers, " J. Micromech. Microeng., 18, 2009 , 1-8.
- [4]Dario P, Croce N, Carrozza M C and Varallo G " A fluid handling system for a chemical microanalyzer, " J. Micromech. Microeng. 6, 95 – 8, 1996.
- [5]W.K. Schomburg, J. Vollmer, B. Bustgens, J. Fahrenberg, H. Hein, W. Menz, " Microfluidic components in LIGA technique, " J. Micromech. Microeng., 4, 186 – 191, 1994.
- [6]Yang Y, Zhou Z, Ye X and Jiang X , Bimetallic Thermally Actuated Micropump vol. 59 ,American Society of Mechanical Engineers, Dynamic

- Systems and Control Division (Publication) DSC, pp351 – 354, 1996 [7]Makino E, Mitsuya T and Shibata T 2001 Fabrication of TiNi shape memory micropump Sensors Actuators A 88, 256 – 262.
- [8]H.T.G.Van Lintel, “ A Piezoelectric Micropump Based on micro engineering of silicon, ” Sensors and Actuators, Vol.15, pp153-167, 1998.
- [9]Shoji S.Nakagawa S.and Esashi M., “ Micro pump and sample-injector forintegrated chemical analyzing systems Sensors Actuators “ , A21-23, 189-192. , 1990 [10]A. Olsson, G. Stemme and E. stemme, “ A Valve-less Diffuser/ Nozzle Based Fluid Pump ” , Sensors and Actuators, Vol.39,pp.159-167, 1993.
- [11]A. Olsson, G. Stemme and E. Stemme, “ Diffuser-element Design Investigation for Valve-less Pumps, ” Sensors and Actuators,Vol. 57,pp. 688-695, 1996.
- [12]Michael Koch, Nick Harris, Alan G.R. Evans, Neil M. White, Arthur Brunnschweiler, “ A novel micromachined pump based on thick-film piezoelectric actuation, ” 1997 IEEE,pp. 353-356, 1997.
- [13]R. linnemann, P. Woias, C.D.Senfft and J. A. Ditterich, “ A self-priming and bubble-tolerant piezoelectric silicon micropump for Liquids and Gases ” , Micro Electro Mechanical Systems, MEMS 98. Proceedings, The Eleventh Annual International Workshop on , pp.532 -537, 1998 .
- [14]Francis E. H. Tay, W. O. Choong, H. Liu, G. L. Xu., “ An intelligent micro-fluidic system for drug delivery, ” 2000 IEEE, pp.70-75, 2000 .
- [15]M. Koop, C. Lin, “ A Novel Micro machined Micro fluid Pump ” , Proceedings of the 22nd Annual EMBSInternational Conference, July 23-23, pp. 2394-2397, 2000.
- [16]Nam-Trung Nguyen, Thai-Quang Truong, “ A fully polymeric Micro-pump with piezoelectric actuator, ” Sensors and Actuators B: Chemical, Vol. 97, Issue 1, pp. 137-143, 2004.
- [17]Jianke Kang, Gregory W. Auner, “ Simulation and verification of a piezoelectrically actuated diaphragm for check valve micropump design, ” Sensors and Actuators A: Physical,Vol.167, pp.512-516, 2011.
- [18]吳鴻昀, “ 壓電式薄膜微型泵的發展與應用 ” , 國立台灣大學 機械工程學系97級碩士班論文, 2008.
- [19]曾易彬, “ 壓電有閥式微幫浦之設計與製作 ” , 大葉大學機械與自動化工程學系98級碩士論文,2009.