

The Design , Fabrication and Test of PZT-Actuated Micro-Ejector with Multiple Nozzles

張琮勳、鄭江河

E-mail: 9419578@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The paper aims at the design, fabrication and test of a micro-ejector applied to the flush cleaning of the toilet. The micro-ejector ejects once multiple droplets of condensed cleanser diluted with water near the tube outlet. The low cost and mass production are considered under development stage. The size of cleaning module will be more compact due to the implantation of micro-ejector. The key components of the micro-ejector include an annular PZT actuator and a nickel plate. The nickel is electroformed with multiple nozzles. The PZT actuator is attached to the nickel plate and those nozzles are arranged around the annular centre. When PZT actuator is actuated, the extension difference between two layers make the nickel plate bend and vibrate, and impact of chamber liquid result in droplets ejection from those nozzles. The finite element software, ANSYS, will be utilized for the static and modal analysis of the composite plate. The simulating results will be verified by experiments. The testing instruments include laser vibrometer and impedance analyzer for displacement and resonant frequency measurement respectively. Also, micro-ejector prototypes for experiment are assembled to observe the droplet generation and ejection.

Keywords : micro-ejector, PZT actuator, electroforming, resonant frequency

Table of Contents

目錄	封面	內頁	簽名頁	授權書	iv	中文摘要	v	英文摘要	vi	誌謝	vii	目錄	viii	圖目錄	x	表目錄	xiii	第一章 問題描述	1	1.1 前言	1	1.2 研究動機	3	1.3 文獻回顧	5	1.3.1 國外目前研究情形	5	1.3.2 國內目前研究情形	6	1.4 研究目標與方向	9	第二章 設計分析	12	2-1 壓電材料簡介	13	2.2 結構設計	14	2.3 結構模態分析	17	2.3.1 分析模型	17	2.3.2 所使用之壓電材料表	18	2.4 分析結果	19	2.4.1 靜態位移	19	2.4.2 模態分析	19	第三章 製作與量測	23	3.1 光罩設計	23	3.2 壓電致動器之製程	24	3.3 元件製作與實驗雛形組裝測試	27	3.4 噴嘴振動片之製作	28	3.4.1 電鑄製程	28	3.5 實際組裝運作驗證	31	3.6 量測配置	33	3.7 液滴觀測實驗架構	35	第四章 結果與討論	37	4.1 靜態量測	37	4.2 模態分析與量測之比較	40	4.3 腔體含水量對自然共振頻率之影響	43	4.4 陣列多孔流量測試	49	4.5 單孔噴頭之液滴觀測	62	4.6 導電線路噴射	65	第五章 結論	72	參考文獻	73	圖目錄	圖1.1 聲波式霧化器	2	圖1.2 彎曲型壓電作動型態噴液裝置示意圖	3	圖1.3 使用噴墨技術之微機電結構	4	圖1.4 超音波霧化器之結構	8	圖1.5 壓電式超音波吸取器	9	圖1.6 超音波霧化氣之實體	9	圖1.7 如廁設備沖洗水流管路之預定設計	11	圖1.8 如廁設備沖洗水流管路之預定設計	11	圖2.1 實驗研究流程圖	12	圖2.2 噴頭結構	15	圖2.3 開放式噴射器示意圖	16	圖2.4 封閉式噴射器示意圖	17	圖2.5 有限元分析立體圖及網格	18	圖2.6 ANSYS靜態位移分析圖	20	圖2.7 面外位移之主要振形	21	圖2.8 面外位移之次要頻率之振形	22	圖3.1 陣列式多孔光罩示意圖	23	圖3.2 單孔式噴嘴片之光罩示意圖	24	圖3.3 壓電致動器製作流程	25	圖3.4 所使用之生胚、塊材實體圖	26	圖3.5 壓電生胚製造積層壓電致動器的製作流程圖	26	圖3.6 霧化器組裝示意圖	27	圖3.7 振動噴嘴片製程流程圖	30	圖3.8 微陣列噴孔放大圖	31	圖3.9 高倍率顯微放大組裝對位系統	32	圖3.10 圓環形壓電致動器、噴嘴振動片及組裝後之模組	33	圖3.11 Polytec 3D都卜勒雷射干涉儀(MSV300)	34	圖3.12 驅動位移量測實驗示意圖	35	圖3.13 液滴觀測系統	36	圖4.1 Type1靜態下驅動波形、位移與速度	38	圖4.2 Type1靜態位移與ANSYS之比較	38	圖4.3 Type2靜態下驅動波形、位移與速度	39	圖4.4 Type2靜態位移與ANSYS之比較	39	圖4.5 量測所得前五個面外位移為主之共振振形	40	圖4.6 都卜勒雷射干涉儀(MSV300)量測面外位移之頻率分佈圖	40	圖4.7 分析所得前四個面外位移為主之共振振形	41	圖4.8 非面外位移之次要頻率之振形	42	圖4.9 艙體內有無水之共振頻率阻抗掃描圖	44	圖4.10 艙體內有無水之共振頻率Polytec位移掃描圖	45	圖4.11 艙體內有無水之共振頻率Polytec速度掃描圖	48	圖4.12 噴水範圍	49	圖4.13 主要共振頻率下之水量量測	52	圖4.14 面外位移共振模態比較圖	53	圖4.15 第一共振頻率偏移分佈圖	54	圖4.16 第二共振頻率偏移分佈圖	55	圖4.17 第三共振頻率偏移分佈圖	56	圖4.18 第四共振頻率偏移分佈圖	57	圖4.19 第五共振頻率偏移分佈圖	58	圖4.20 固定時間下改變電壓之水量量測	60	圖4.21 單孔噴頭在共振頻率下之噴水流量量測	61	圖4.22 驅動波形示意圖	62	圖4.23 T1= 3.8 T2=3.4	63	圖4.24 T1= 6.4 T2=1	63	圖4.25 波形產生圖	64	圖4.26 液滴飛行過程	65	圖4.27 霧化器利用控制平台噴射線路示意圖	66	圖4.28 液滴噴射至玻璃基板	67	圖4.29 液滴噴射至玻璃基板	67	圖4.30 液滴噴射至基板示意圖	68	圖4.31 頻率300Hz 速度為3cm/s	69	圖4.32 頻率300Hz高溫燒附後	69	圖4.33 頻率500Hz 速度為3cm/s	70	圖4.34 頻率500Hz高溫燒附後	70	圖4.35 頻率1kHz , 孔徑30 , 線寬210	速度3cm/s	71	圖4.36 頻率50kHz , 孔徑30 , 速度10cm/s	71	表目錄	表1 壓電噴頭之尺寸設計	15	表2 前五個面外位移為主共振頻率 (ANSYS分析)	20	表3 前五個面外位移之次要頻率 (ANSYS分析)	21	表4 水量對面外位移為主之共振頻率的影響	46	表5 加水2cc之Polytec掃頻速度位移	47	表6 位移速度之比較	47	表7 第一共振下左右偏移之頻率	54	表8 第二共振下左右偏移之頻率	55	表9 第三共振下左右偏移之頻率	56	表10 第四共振下左右偏移之頻率	57	表11 第五共振下左右偏移之頻率	58
----	----	----	-----	-----	----	------	---	------	----	----	-----	----	------	-----	---	-----	------	----------	---	--------	---	----------	---	----------	---	----------------	---	----------------	---	-------------	---	----------	----	------------	----	----------	----	------------	----	------------	----	-----------------	----	----------	----	------------	----	------------	----	-----------	----	----------	----	--------------	----	-------------------	----	--------------	----	------------	----	--------------	----	----------	----	--------------	----	-----------	----	----------	----	----------------	----	---------------------	----	--------------	----	---------------	----	------------	----	--------	----	------	----	-----	-------------	---	-----------------------	---	-------------------	---	----------------	---	----------------	---	----------------	---	----------------------	----	----------------------	----	--------------	----	-----------	----	----------------	----	----------------	----	------------------	----	-------------------	----	----------------	----	-------------------	----	-----------------	----	-------------------	----	----------------	----	-------------------	----	--------------------------	----	---------------	----	-----------------	----	---------------	----	--------------------	----	-----------------------------	----	----------------------------------	----	-------------------	----	--------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-----------------------------------	----	-------------------------	----	--------------------	----	-----------------------	----	-------------------------------	----	-------------------------------	----	------------	----	--------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	----------------------	----	-------------------------	----	---------------	----	----------------------	----	--------------------	----	-------------	----	--------------	----	------------------------	----	-----------------	----	-----------------	----	------------------	----	------------------------	----	--------------------	----	------------------------	----	--------------------	----	-----------------------------	---------	----	---------------------------------	----	-----	--------------	----	------------------------------	----	-----------------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	------------------	----	------------------	----

REFERENCES

- [1] 陳建人, "微機電系統技術與應用," 行政院國家科學委員會精密儀器發展中心, pp 694.
- [2]...M.Kurosawa,t.watanbe,T.Higuch, "surface acoustic wave atomizer with pumping effet.Mirco ElectroMechanical systems," IEEE 1997.
- [3] Harvey L. Berger, "Ultrasonic Liquid Atomization," Theory and Application 1998.
- [4]..Gokhan percin,"Piezoelectrically Actuated Transducer and Droplet Ejector,"IEEE Ulterasonics symposium, 1996.
- [5] Gokhan percin,"Piezoelectric droplet Ejector for ink-jet printing of fluids and solid particles," American Institute of Physics,2002.
- [6]..Y.Zhou,"The Application of piezo Ink Jet Technology to High-speed DOD Single Pass Printing,"Proc.NIP14, pp28-31,2000.
- [7] 鄭振東, "超音波工程,"全華科技圖書, " pp 7-24,1999.
- [8] 吳國華, "超音波霧化於燃料電池甲醇重組器製氫之研究,"碩士論文, 國立成功大學, 2003年。
- [9] 韓亞軒, "多孔噴嘴在漩渦效應下之霧化現象,"碩士論文, 國立成功大學, 2002年。
- [10] 林彰廷, "多噴頭效應在氣助式噴嘴中之霧化特性研究,"碩士論文, 國立成功大學, 2002年。
- [11] 曾安康, "超微噴嘴液滴在噴流中之演變過程,"碩士論文, 國立成功大學, 1993年。
- [12] 曾維國, "壓電式致動器設計製作及其在霧化器與微混合器之應用,"碩士論文, 國立成功大學, 2004年。
- [13] 謝政道, "柴油霧化噴嘴霧滴大小特性分析,"碩士論文, 國立成功大學, 1993年。
- [14] 吳朗, "電子陶瓷,"全新科技圖書, 1994。