

# Study of Piezoelectric Droplet Generator and Micro-Droplet Impacting on Surfaces

邱士哲、鄭江河

E-mail: 9608226@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

In this paper, we present the property of Piezoelectric Droplet Generator and testing. The first aims at the design of Piezoelectric Droplet Generator. By the finite element software, ANSYS, analysis and reality testing to fabrication a vintage Piezoelectric Droplet Generator. We observe the micro droplet size by CCD camera. To investigate the reason of micro droplet size changes. The results will be verified by experiments and finite element ANSYS modal analysis. We could understand different resonant modes property of the PZT actuator. And choose different viscosity of liquid to observe. Then, we observe the results of micro droplet impacting on hydrophobic and hydrophilic using a high-speed CCD camera.

Keywords : Piezoelectric ; Actuator ; Micro-Droplet Generator

## Table of Contents

目錄	封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v
誌謝	.....	vi	目錄.....	vii	圖目錄.....	x 表目
錄	第一章 緒論.....	xv	1 1.1 前言.....	1 1.2 研究背景與動		
機	1 1.3 文獻回顧.....	1	2 1.3.1 噴墨列印技術.....	2	1.3.2 國外目前研究情	
形	6 1.3.3 國內目前研究情形.....	10	第二章 壓電式微奈米液滴產生器設計與製作.....	15	2.1 壓電式	
	微奈米液滴產生器設計.....	15	2.1.1 最佳化設計.....	15	2.1.2 圓環型壓電致動器製作.....	19
	2.1.2.1 噴嘴振動片製作.....	21	2.1.3 光罩設計.....	22	2.1.3.2 黃光製程.....	23
	2.1.3.3 壓電式微奈米液滴產生器組裝製作.....	25	2.1.3.3 電鑄製			
	30 3.1 CCD.....	30	2.2 圓環型壓電致動器製作.....	28	2.3.3 電鑄製	
	3.1.1 CCD.....	30	第三章 實驗設備與方法.....	30	2.3.3.1 LED 閃頻裝	
	3.1.2 放大鏡組.....	30	置.....	31	2.3.3.2 輔助光	
	3.1.3 液滴撞擊系統.....	31	3.1.1 CCD.....	31	2.3.3.3 影像操作及處理系統.....	
	3.1.4 高速CCD.....	32	3.1.2 放大鏡組.....	31	3.1.2 放大鏡組.....	
	3.1.5 影像操作及處理系統.....	34	3.1.3 LED 閃頻裝	31	3.1.3.1 LED 閃頻裝	
	3.1.6 液體選用及	34	置.....	31	3.1.3.2 放大鏡組.....	
	3.1.7 液滴觀測實	34	3.1.4 放大鏡組.....	31	3.1.3.3 LED 閃頻裝	
	3.1.8 液滴觀測實	34	3.1.5 放大鏡組.....	31	3.1.3.4 放大鏡組.....	
	3.1.9 液滴觀測實	34	3.1.6 放大鏡組.....	31	3.1.4 放大鏡組.....	
	3.1.10 液滴觀測實	34	3.1.7 放大鏡組.....	31	3.1.5 放大鏡組.....	
	3.1.11 液滴觀測實	34	3.1.8 放大鏡組.....	31	3.1.6 放大鏡組.....	
	3.1.12 液滴觀測實	34	3.1.9 放大鏡組.....	31	3.1.7 放大鏡組.....	
	3.1.13 液滴觀測實	34	3.1.10 放大鏡組.....	31	3.1.8 放大鏡組.....	
	3.1.14 液滴觀測實	34	3.1.11 放大鏡組.....	31	3.1.9 放大鏡組.....	
	3.1.15 液滴觀測實	34	3.1.12 放大鏡組.....	31	3.1.10 放大鏡組.....	
	3.1.16 液滴觀測實	34	3.1.13 放大鏡組.....	31	3.1.11 放大鏡組.....	
	3.1.17 液滴觀測實	34	3.1.14 放大鏡組.....	31	3.1.12 放大鏡組.....	
	3.1.18 液滴觀測實	34	3.1.15 放大鏡組.....	31	3.1.13 放大鏡組.....	
	3.1.19 液滴觀測實	34	3.1.16 放大鏡組.....	31	3.1.14 放大鏡組.....	
	3.1.20 液滴觀測實	34	3.1.17 放大鏡組.....	31	3.1.15 放大鏡組.....	
	3.1.21 液滴觀測實	34	3.1.18 放大鏡組.....	31	3.1.16 放大鏡組.....	
	3.1.22 液滴觀測實	34	3.1.19 放大鏡組.....	31	3.1.17 放大鏡組.....	
	3.1.23 液滴觀測實	34	3.1.20 放大鏡組.....	31	3.1.18 放大鏡組.....	
	3.1.24 液滴觀測實	34	3.1.21 放大鏡組.....	31	3.1.19 放大鏡組.....	
	3.1.25 液滴觀測實	34	3.1.22 放大鏡組.....	31	3.1.20 放大鏡組.....	
	3.1.26 液滴觀測實	34	3.1.23 放大鏡組.....	31	3.1.21 放大鏡組.....	
	3.1.27 液滴觀測實	34	3.1.24 放大鏡組.....	31	3.1.22 放大鏡組.....	
	3.1.28 液滴觀測實	34	3.1.25 放大鏡組.....	31	3.1.23 放大鏡組.....	
	3.1.29 液滴觀測實	34	3.1.26 放大鏡組.....	31	3.1.24 放大鏡組.....	
	3.1.30 液滴觀測實	34	3.1.27 放大鏡組.....	31	3.1.25 放大鏡組.....	
	3.1.31 液滴觀測實	34	3.1.28 放大鏡組.....	31	3.1.26 放大鏡組.....	
	3.1.32 液滴觀測實	34	3.1.29 放大鏡組.....	31	3.1.27 放大鏡組.....	
	3.1.33 液滴觀測實	34	3.1.30 放大鏡組.....	31	3.1.28 放大鏡組.....	
	3.1.34 液滴觀測實	34	3.1.31 放大鏡組.....	31	3.1.29 放大鏡組.....	
	3.1.35 液滴觀測實	34	3.1.32 放大鏡組.....	31	3.1.30 放大鏡組.....	
	3.1.36 液滴觀測實	34	3.1.33 放大鏡組.....	31	3.1.31 放大鏡組.....	
	3.1.37 液滴觀測實	34	3.1.34 放大鏡組.....	31	3.1.32 放大鏡組.....	
	3.1.38 液滴觀測實	34	3.1.35 放大鏡組.....	31	3.1.33 放大鏡組.....	
	3.1.39 液滴觀測實	34	3.1.36 放大鏡組.....	31	3.1.34 放大鏡組.....	
	3.1.40 液滴觀測實	34	3.1.37 放大鏡組.....	31	3.1.35 放大鏡組.....	
	3.1.41 液滴觀測實	34	3.1.38 放大鏡組.....	31	3.1.36 放大鏡組.....	
	3.1.42 液滴觀測實	34	3.1.39 放大鏡組.....	31	3.1.37 放大鏡組.....	
	3.1.43 液滴觀測實	34	3.1.40 放大鏡組.....	31	3.1.38 放大鏡組.....	
	3.1.44 液滴觀測實	34	3.1.41 放大鏡組.....	31	3.1.39 放大鏡組.....	
	3.1.45 液滴觀測實	34	3.1.42 放大鏡組.....	31	3.1.40 放大鏡組.....	
	3.1.46 液滴觀測實	34	3.1.43 放大鏡組.....	31	3.1.41 放大鏡組.....	
	3.1.47 液滴觀測實	34	3.1.44 放大鏡組.....	31	3.1.42 放大鏡組.....	
	3.1.48 液滴觀測實	34	3.1.45 放大鏡組.....	31	3.1.43 放大鏡組.....	
	3.1.49 液滴觀測實	34	3.1.46 放大鏡組.....	31	3.1.44 放大鏡組.....	
	3.1.50 液滴觀測實	34	3.1.47 放大鏡組.....	31	3.1.45 放大鏡組.....	
	3.1.51 液滴觀測實	34	3.1.48 放大鏡組.....	31	3.1.46 放大鏡組.....	
	3.1.52 液滴觀測實	34	3.1.49 放大鏡組.....	31	3.1.47 放大鏡組.....	
	3.1.53 液滴觀測實	34	3.1.50 放大鏡組.....	31	3.1.48 放大鏡組.....	
	3.1.54 液滴觀測實	34	3.1.51 放大鏡組.....	31	3.1.49 放大鏡組.....	
	3.1.55 液滴觀測實	34	3.1.52 放大鏡組.....	31	3.1.50 放大鏡組.....	
	3.1.56 液滴觀測實	34	3.1.53 放大鏡組.....	31	3.1.51 放大鏡組.....	
	3.1.57 液滴觀測實	34	3.1.54 放大鏡組.....	31	3.1.52 放大鏡組.....	
	3.1.58 液滴觀測實	34	3.1.55 放大鏡組.....	31	3.1.53 放大鏡組.....	
	3.1.59 液滴觀測實	34	3.1.56 放大鏡組.....	31	3.1.54 放大鏡組.....	
	3.1.60 液滴觀測實	34	3.1.57 放大鏡組.....	31	3.1.55 放大鏡組.....	
	3.1.61 液滴觀測實	34	3.1.58 放大鏡組.....	31	3.1.56 放大鏡組.....	
	3.1.62 液滴觀測實	34	3.1.59 放大鏡組.....	31	3.1.57 放大鏡組.....	
	3.1.63 液滴觀測實	34	3.1.60 放大鏡組.....	31	3.1.58 放大鏡組.....	
	3.1.64 液滴觀測實	34	3.1.61 放大鏡組.....	31	3.1.59 放大鏡組.....	
	3.1.65 液滴觀測實	34	3.1.62 放大鏡組.....	31	3.1.60 放大鏡組.....	
	3.1.66 液滴觀測實	34	3.1.63 放大鏡組.....	31	3.1.61 放大鏡組.....	
	3.1.67 液滴觀測實	34	3.1.64 放大鏡組.....	31	3.1.62 放大鏡組.....	
	3.1.68 液滴觀測實	34	3.1.65 放大鏡組.....	31	3.1.63 放大鏡組.....	
	3.1.69 液滴觀測實	34	3.1.66 放大鏡組.....	31	3.1.64 放大鏡組.....	
	3.1.70 液滴觀測實	34	3.1.67 放大鏡組.....	31	3.1.65 放大鏡組.....	
	3.1.71 液滴觀測實	34	3.1.68 放大鏡組.....	31	3.1.66 放大鏡組.....	
	3.1.72 液滴觀測實	34	3.1.69 放大鏡組.....	31	3.1.67 放大鏡組.....	
	3.1.73 液滴觀測實	34	3.1.70 放大鏡組.....	31	3.1.68 放大鏡組.....	
	3.1.74 液滴觀測實	34	3.1.71 放大鏡組.....	31	3.1.69 放大鏡組.....	
	3.1.75 液滴觀測實	34	3.1.72 放大鏡組.....	31	3.1.70 放大鏡組.....	
	3.1.76 液滴觀測實	34	3.1.73 放大鏡組.....	31	3.1.71 放大鏡組.....	
	3.1.77 液滴觀測實	34	3.1.74 放大鏡組.....	31	3.1.72 放大鏡組.....	
	3.1.78 液滴觀測實	34	3.1.75 放大鏡組.....	31	3.1.73 放大鏡組.....	
	3.1.79 液滴觀測實	34	3.1.76 放大鏡組.....	31	3.1.74 放大鏡組.....	
	3.1.80 液滴觀測實	34	3.1.77 放大鏡組.....	31	3.1.75 放大鏡組.....	
	3.1.81 液滴觀測實	34	3.1.78 放大鏡組.....	31	3.1.76 放大鏡組.....	
	3.1.82 液滴觀測實	34	3.1.79 放大鏡組.....	31	3.1.77 放大鏡組.....	
	3.1.83 液滴觀測實	34	3.1.80 放大鏡組.....	31	3.1.78 放大鏡組.....	
	3.1.84 液滴觀測實	34	3.1.81 放大鏡組.....	31	3.1.79 放大鏡組.....	
	3.1.85 液滴觀測實	34	3.1.82 放大鏡組.....	31	3.1.80 放大鏡組.....	
	3.1.86 液滴觀測實	34	3.1.83 放大鏡組.....	31	3.1.81 放大鏡組.....	
	3.1.87 液滴觀測實	34	3.1.84 放大鏡組.....	31	3.1.82 放大鏡組.....	
	3.1.88 液滴觀測實	34	3.1.85 放大鏡組.....	31	3.1.83 放大鏡組.....	
	3.1.89 液滴觀測實	34	3.1.86 放大鏡組.....	31	3.1.84 放大鏡組.....	
	3.1.90 液滴觀測實	34	3.1.87 放大鏡組.....	31	3.1.85 放大鏡組.....	
	3.1.91 液滴觀測實	34	3.1.88 放大鏡組.....	31	3.1.86 放大鏡組.....	
	3.1.92 液滴觀測實	34	3.1.89 放大鏡組.....	31	3.1.87 放大鏡組.....	
	3.1.93 液滴觀測實	34	3.1.90 放大鏡組.....	31	3.1.88 放大鏡組.....	
	3.1.94 液滴觀測實	34	3.1.91 放大鏡組.....	31	3.1.89 放大鏡組.....	
	3.1.95 液滴觀測實	34	3.1.92 放大鏡組.....	31	3.1.90 放大鏡組.....	
	3.1.96 液滴觀測實	34	3.1.93 放大鏡組.....	31	3.1.91 放大鏡組.....	
	3.1.97 液滴觀測實	34	3.1.94 放大鏡組.....	31	3.1.92 放大鏡組.....	
	3.1.98 液滴觀測實	34	3.1.95 放大鏡組.....	31	3.1.93 放大鏡組.....	
	3.1.99 液滴觀測實	34	3.1.96 放大鏡組.....	31	3.1.94 放大鏡組.....	
	3.1.100 液滴觀測實	34	3.1.97 放大鏡組.....	31	3.1.95 放大鏡組.....	
	3.1.101 液滴觀測實	34	3.1.98 放大鏡組.....	31	3.1.96 放大鏡組.....	
	3.1.102 液滴觀測實	34	3.1.99 放大鏡組.....	31	3.1.97 放大鏡組.....	
	3.1.103 液滴觀測實	34	3.1.100 放大鏡組.....	31	3.1.98 放大鏡組.....	
	3.1.104 液滴觀測實	34	3.1.101 放大鏡組.....	31	3.1.99 放大鏡組.....	
	3.1.105 液滴觀測實	34	3.1.102 放大鏡組.....	31	3.1.100 放大鏡組.....	
	3.1.106 液滴觀測實	34	3.1.103 放大鏡組.....	31	3.1.101 放大鏡組.....	
	3.1.107 液滴觀測實	34	3.1.104 放大鏡組.....	31	3.1.102 放大鏡組.....	
	3.1.108 液滴觀測實	34	3.1.105 放大鏡組.....	31	3.1.103 放大鏡組.....	
	3.1.109 液滴觀測實	34	3.1.106 放大鏡組.....	31	3.1.104 放大鏡組.....	
	3.1.110 液滴觀測實	34	3.1.107 放大鏡組.....	31	3.1.105 放大鏡組.....	
	3.1.111 液滴觀測實	34	3.1.108 放大鏡組.....	31	3.1.106 放大鏡組.....	
	3.1.112 液滴觀測實	34	3.1.109 放大鏡組.....	31	3.1.107 放大鏡組.....	
	3.1.113 液滴觀測實	34	3.1.110 放大鏡組.....	31	3.1.108 放大鏡組.....	
	3.1.114 液滴觀測實	34	3.1.111 放大鏡組.....	31	3.1.109 放大鏡組.....	
	3.1.115 液滴觀測實	34	3.1.112 放大鏡組.....	31	3.1.110 放大鏡組.....	
	3.1.116 液滴觀測實	34	3.1.113 放大鏡組.....	31	3.1.111 放大鏡組.....	
	3.1.117 液滴觀測實	34	3.1.114 放大鏡組.....	31	3.1.112 放大鏡組.....	
	3.1.118 液滴觀測實	34	3.1.115 放大鏡組.....	31	3.1.113 放大鏡組.....	
	3.1.119 液滴觀測實	34	3.1.116 放大鏡組.....	31	3.1.114 放大鏡組.....	
	3.1.120 液滴觀測實	34	3.1.117 放大鏡組.....	31	3.1.115 放大鏡組.....	
	3.1.121 液滴觀測實	34	3.1.118 放大鏡組.....	31	3.1.116 放大鏡組.....	
	3.1.122 液滴觀測實	34	3.1.119 放大鏡組.....	31	3.1.117 放大鏡組.....	
	3.1.123 液滴觀測實	34	3.1.120 放大鏡組.....	31	3.1.118 放大鏡組.....	
	3.1.124 液滴觀測實	34	3.1.121 放大鏡組.....	31	3.1.119 放大鏡組.....	
	3.1.125 液滴觀測實	34	3.1.122 放大鏡組.....	31	3.1.120 放大鏡組.....	
	3.1.126 液滴觀測實	34	3.1.123 放大鏡組.....	31	3.1.121 放大鏡組.....	
	3.1.127 液滴觀測實	34	3.1.124 放大鏡組.....	31	3.1.122 放大鏡組.....	
	3.1.128 液滴觀測實	34	3.1.125 放大鏡組.....	31	3.1.123 放大鏡組.....	
	3.1.129 液滴觀測實	34	3.1.126			

- [10] Gokhan Pergin and Butrus T. Khuri-Yakub, " Micromachined 2-D Array Piezoelectrically Actuated Flexextensional Transducers, " IEEE, Vol. 2, pp.959-962,2001.
- [11] Gokhan Percin, " Piezoelectrically Actuated Flexextensional MUTs, " IEEE, Vol. 2, pp.903-906,2001.
- [12] Gokhan Percin, " Micromachined Piezoelectrically ActuatedFlext -ensional Transducers For High Resolution Printing And Imaging, " IEEE, Vol. 2, pp.921-924,2001.
- [13] Gokhan Percin, " Piezoelectrically Actuated Flexextensional Micro -machined Ultrasound Droplet Ejectors, " IEEE, Vol. 49, NO. 6, pp.756 -766,2002.
- [14] Gokhan Pergin and Butrus T. Khuri-Yakub, " Piezoelectrically Actuated Flexextensional Micromachined Ultrasound Transducers-I: Theory, " IEEE, Vol. 49, pp.573-584,2002.
- [15] Gokhan Pergin and Butrus T. Khuri-Yakub, " Piezoelectrically actuated flexextensional micromachined ultrasound transducers. II. Fabrication and experiments, " IEEE, Vol. 49, pp.585-595,2002.
- [16] Dushantha Kannangara, Hailong Zhang, and Wei Shen, " Liquid -paperinteractions during liquid drop impact and recoil on paper surfaces , " SCI,vol 280, pp203-215,2006.
- [17] Matthew D. Keller, Guillermo Aguilar, and J.Stuart Nelson, " Designand Construction of Experimental Device to Study Cryogen Droplet Deposition and Heat Transfer, " Proc. SPIE, vol 4954, pp. 124-132, 2003.
- [18] Fujimoto, H.; Ogino, T.; Takuda, and H.; Hatta, N., " Collision of a droplet with a hemispherical static droplet on a solid, " Internal Journal of Multiphase Flow, Vol. 27 , pp.1227-1245., 2001.
- [19] 李祠澐 , “ 壓電式液滴產生器設計與微液滴碰撞實驗 , ” 碩士論文 , 國立臺灣大學機械工程學研究所 , 2001.
- [20] 楊鴻進 , “ 液滴撞擊之實驗研究及現象分析 , ” 碩士論文 , 國立臺灣大學機械工程學研究所 , 2002.
- [21] 郭旻杰 , “ 複合液滴撞擊乾表面之現象探討 , ” 碩士論文 , 南台科技大學機械工程研究所 , 2004.
- [22] 方顥儒 , “ 落下液滴與固體表面靜止液滴間撞擊特性之研究 , ” 碩士論文 , 國立成功大學系統及船舶機電工程研究所 , 2003.