

電濕顯示超疏水表面特性分析

陳鴻裕、薛英家；姚品全

E-mail: 9608189@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文探討以電濕潤原理應用於平面顯示器的一項次世代新技術，在實驗中發現將一顆液體滴在鍍有ITO玻璃上當ITO與液體介面間的電壓改變時，表面張力也會隨著變化並改變液體與介面的接觸角，且這種操作是可逆的，這就是所謂的「電濕潤現象」(Electrowetting, EW)。若在施加電壓的ITO玻璃表面鋪上數個微米的超疏水絕緣薄膜，可以有效地提升操作可靠性，也避免了電解現象所造成的電極破壞與液體的解離。此現象稱「絕緣層電濕潤現象」(Electrowetting-On-Dielectric, EWOD)。隨後研究將有油性藍色顏料滴在一個微形的容器中，最上面再鋪了一層水，一但ITO電極與水之間施加電壓，其接觸面的張力會發生變化將油性藍色顏料擠到一邊，此動作便是電濕潤顯示(Electrowetting Display)原理。所以電濕潤顯示原理既為液體在一個超疏水絕緣層上，因靜電力場作用而產生的Wetting現象，此超疏水絕緣層可以用改變表面化學成分或表面微結構的方式來控制Wetting性能。本文將透過改變表面微結構的方式(既表面粗糙化)，加以研究及探討。期望經由本文對表面粗糙化特性分析與探討。相信在電濕潤顯示(Electrowetting Display)之應用領域及設計方面有相當的助益。

關鍵詞：電濕潤效應；超疏水表面；表面粗糙化；電濕潤顯示器

目錄

目錄封面內頁簽名頁授權書	iii
中文摘要	iii
英文摘要	iv
誌謝	v
目錄	vi
圖目錄	vii
表目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 研究動機與目的	1
1.3 論文架構	2
第二章 文獻探討	4
2.1 電濕潤現象(EW)	5
2.2 電濕潤絕緣層上的電濕潤效應(EDWON)	5
2.3 超疏水原理	6
2.4 超疏水表面粗糙化方法	8
2.4.1 溶膠-凝膠法	11
2.4.2 有機/無機混成法	11
2.4.3 電漿法	12
2.4.4 氧化還原法	13
2.4.5 壓印法	14
2.4.6 化學氣相沉積法	16
2.4.7 黃光製程法	16
第三章 理論基礎	18
3.1 表面張力相關理論	18
3.2 接觸角	18
3.3 楊氏方程式	20
3.4 Lippman-Young Equation	22
3.5 接觸角飽和現象	23
3.6 超疏水表面定義	23
3.7 Wenzel理論與Cassie理論	24
3.8 理論設計	25
3.9 液滴懸浮條件	28
第四章 實驗方法與量測儀器	31
4.1 黃光製程	32
4.1.1 Glass清洗	32
4.1.2 光阻塗佈	33
4.1.3 軟烤	33
4.1.4 光罩設計	36
4.1.5 曝光	37
4.1.6 顯影	39
4.1.7 硬烤	41
4.1.8 Coating Teflon	43
4.2 實驗量測儀器	43
4.2.1 表面粗糙度量測儀	44
4.2.2 接觸角量測儀	44
4.2.3 掃描式電子顯微鏡	45
第五章 實驗結果與分析	47
5.1 實驗量測數據	49
5.2 未塗佈Teflon的微柱結構之接觸角	49
5.3 塗佈Teflon後的微柱結構之接觸角	50
5.4 微柱結構高度與液滴接觸角度關係	52
5.5 微柱結構尺寸與液滴接觸角度關係	55
5.6 微柱結構間距與液滴接觸角度關係	57
5.7 SPSS統計變異量數分析	59
5.8 加上電壓後液滴接觸角度的變化	61
第六章 結論與未來展望	67
參考文獻	67

[1] Hayes,R.A. & Feenstra,B.J. " Video-speed electronic paper based On electrowetting " , Nature, 425,383-385, 25 September, 2003 [2] H.Matsumoto and J.E.Colgatw, " Preliminary investigation of micro -pumping based on electrical control of interfacial tension " , in Proc .IEEE MEMS Workshop, Napa valley, CA, pp.105-110, 1990 [3] M. Vallet, M. Vallcde, and B. Berge, " Limiting phenomena for the s -preading of water on polymer films by electrowetting, " Eur. Phys.J .B 11,PP.583-591, 1999 [4] W. Barthlott and C. Neinhuis, " Purity of the Sacred Lotus, Or Escap -e from Contamination in Biological Surfaces, " Planta, Vol. 202, pp .1-8, 1997 [5] Chang-Jin " MEMS Devices Based On The Use Of Surfce Tension " [6] R. Michael, Mcneely, K. Spute, N.A. Tusneem, A.R. Oliphant, " Hy -drophobic microfluidics SPIE Conference on Microfluidic Devices And System " 1999 [7] W. Adamson, " Physical Chemistry of Surfaces, " Fifth Edition Wile -y-Interscience , New York, Chapter 2, 1990 [8] M.G.Lippman, " Relation enter les phenomenes electriques etcapilla -ires, " Ann. Chim. Phys. Vol.5, No. 11, pp.494-549, 1875 [9] Benjamin Shapiro, Hyejin Moon, Robin Garrell, and Chang-Jin CJ Kim, " Modeling of Electrowetted Surface Tension for Addressable Microfluidic Systems:Dominant Physical Effects, Material Dependences, and Limiting Phenomena " IEEE Conf.MEMS, Kyoto, Japan, Jan,pp.201-205, 2003 [10] K. H. Kang, " How Electrostatic Fields Change Contact Angle in Electrowetting " , Langmuir, pp.10318-10322, ; 2002 [11] V. Peykov, A. Quinn, J. Ralston, " Electrowetting a model for conta -ct angle saturation " , Colloid and polymer science, 278:789-793, 2000 [12] Verheijen, H. J. J.:Prins, M. W. J., " Reversible Electrowet -ting and Trapping of Charg:Model and Experiments " , Langnuir; (Communication) ;15 (20) ;6616-6620, 1999 [13] S. K. Cho, H. Moon, J. Fowler, S-K. Fan, and C-J. Kim, " Splitting a Liquid Droplet for Electrowetting (CEW) " , Journal of Microelec -tromechanical Systems, Vol. 9, No. 2, Jun, pp.171-180, 2000 [14] Liang Zhu, Yanying Feng, Xiongying Ye, Zhaoying Zhou, " Tuning Wettability and getting superhydrophobic surface by controlling surface roughness with well-designed microstructures " , Sensors and Actuators, 2005 [15] 吳耀庭, 溫俊祥, " 電子紙技術發展現況 " , 工業電子材料雜誌, 5月26期, pp. 68-77,2005年 [16] 沈義和, " 電子紙之簡介 " ,工業材料雜誌 " ,9月201期,pp.123-126, 2003年 [17] 鄭總輝,陳振鑾,陳致源,鄭欽峰 " 疏水自潔塗層結構概論 " ,工業 材料雜誌,2月218期,pp.80-88,2005年 [18] 黃宏欽, " 超疏水塗層製備技術及其性質之研究 " , 國立成功大學碩士論文, 2005 [19] 陳佳惠 " 斥水性奈微結構表面之液滴驅動與操控 " ,國立清華大學碩士論文,2004 [20] 謝孟諺 " 低消耗功率及高速之微流體/液滴系統與分析 " , 國立清華大學碩士論文, 2005