

Studies on preparation of titanium oxide thin film via titanium chloride precursor for application in pH sensing

蔡景隆、姚品全

E-mail: 9601179@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this study, the titanium chloride was used as the precursor for the TiO₂ thin films over ITO glass as the extended gate pH sensing structures by sol-gel method. The as-synthesized TiO₂ stock solution was spin-coated uniformly onto the ITO glasses at 5000rpm followed by oxygen-rich annealing at 300~500 . The prepared films were characterized by X-ray diffraction(XRD) and scanning electron microscope (SEM). Besides, the H⁺ ions sensing properties were evaluated by a Keithley 236 source measure. The results shows that the sensitivity of the ITO/glass sensing structures was increased from 80.92 μ A/pH to 122.21 μ A/pH as the annealing temperature is increased from 300 to 500 while the sensitivity of the TiO₂/ITO/Glass structure is declined to 78.01 μ A /pH from 68.96 μ A /pH as the annealing temperature is increased from 300 to 500 . Two important factors are investigated in more detail: (1).the difference in sensing properties for the identical sensing structures by different precursor. (2).the influences of sensor processing parameters, such as the annealing temperature, the O₂ ambient/duration in pH sensitivity

Keywords : Sol-Gel ; Extended Gate ; Sensor ; pH ; titanium chloride

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	
. iv		英文摘要	v
. vi		目錄	vii
目錄	xii	第一章 前言 1.1研究動機	4
1.2研究流程及架構	5	1.3預期結果	7
材料簡介及製備原理 2.1溶膠-凝膠法之介紹	11	2.1.1 四氯化鈦於水溶液中的水解縮合行為	
. 12		2.1.2分電荷理論	12
14		2.1.3水解反應	
14		2.1.4縮合反應	15
鍍膜	19	2.2成膜製程分析	19
對晶相的成長	20	2.2.1退火前加熱的處理	20
. 21		2.2.2退火溫度	20
. 21		2.2.3通入氣體作退火	21
. 21		2.2.4二氧化鈦之介紹	21
. 21		2.4二氧化鈦之應用	26
分析	32	第三章 理論討論 3.1理論分析	
. 32		3.2 感測材料之選擇	32
. 32		3.3延伸式閘極之理論	32
. 34		3.3.1電雙層理論	33
. 34		3.3.2吸附鍵結模型	
. 38		3.3.3感測度之定義	36
之配製	38	第四章 實驗方法與量測 4.1溶膠-凝膠法	
. 38		4.1.1實驗藥品	38
. 38		4.1.2配製流程	
. 38		4.2性質分析儀器	40
. 40		4.2.1 X-Ray Diffraction (XRD) 分析	
. 40		4.2.2 Scanning Electron Microscope (SEM)分析	40
. 40		4.2.3電性量測	
. 41		4.3基板清潔及爐管退火	41
4.3.1清潔基板	41	4.3.2爐管退火	41
4.3.2爐管退火	41	4.4溶膠-凝膠法二氧化鈦分析	42
4.4.1 X-Ray Diffraction (XRD) 分析	42	4.4.2Scanning Electron Microscope (SEM)分析	44
4.4.2Scanning Electron Microscope (SEM)分析	44	4.5延伸式閘極之氫離子場效電晶體之研究	45
4.5.1感測元件之封裝	45	4.5.2量測系統之建立	
. 47		4.6以二氧化鈦作為氫離子感測薄膜之電性量測	49
. 51		4.6.1不同退火溫度對感測度之影響	
. 51		4.6.2退火時間的長短對感測度之變化	54
. 54		第五章 結論	
. 57		第六章 未來展望	58
. 58		參考文獻	59

REFERENCES

- [1]王仁澤, "環境與工業毒物學", 高立圖書有限公司, pp309-335, 1996.
- [2]劉靜宜, 徐瑞薇, 汪永璞, 周定, 彭安, "環境工程學", 科技圖書股份有限公司, pp11-48, 1991.
- [3]金鑒明, 周富祥, "環境科學概論", 科技圖書股份有限公司, pp174-175, 1993.

- [4]張文雄，"高雄農田水利會轄區(二仁溪，灣裡圳)灌溉用水污染防治專案規畫研究"，財團法人曹公農業水利研究發展基金會，pp6-1-6-10，1996。
- [5]M. Yuqing, C. Jianrong, F. Keming, New technology for the detection of pH, Journal of biochemical and biophysical methods, Vol.63, pp.1-9, 2005.
- [6]A. Topkar and R. Lal, Effect of electrolyte exposure on silicon dioxide in electrolyte-oxide-semiconductor structures, Thin Solid Films, Vol.232, pp.265-270, 1993.
- [7]B. D. Liu, Y. K. Su, and S. C. Chen, Ion-Sensitive field-effect transistor with silicon nitride gate for pH sensing, Int. J. Electronics, Vol.67, pp.59-63, 1989.
- [8]T. Matsuo, M. Esashi, Method of ISFET fabrication, Sensors and Actuators, Vol.1, pp.77-96, 1981.
- [9]武世香，虞惇，王貴華，化學量傳感器，傳感器技術，第一期，pp.57-62, 1990。
- [10]J. Van Der Spiegel, I. Lauks, P. Chan, and D. Babic, Sensors and Actuators, Vol.4, pp.291-298, 1983.
- [11]林信益、鄭阿全、蔡翠菊，儀器分析實驗，高立圖書有限公司，pp.144-150，1995。
- [12] P. Falaras, A. Hugot-Le Goff, M. C Berhard, A. Xagas, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol. 64, pp.167, 2000.
- [13]胡賀捷，在氧化鋁板上製備二氧化鈦薄膜的研究，台灣大學化工所，碩士論文，2000。
- [14] A. R. Phani, S. Santucci, Materials Letters, Vol. 47, pp. 20, 2001.
- [15] 胡賀捷，在氧化鋁板上製備二氧化鈦薄膜的研究，國立台灣大學化學工程研究所碩士論文，2005。
- [16]S. H. Jung, S. W. Kang, Jpn.J.Appl.Phys, Vol. 40, pp. 3147, 2001.
- [17]陳陵援，儀器分析，三民圖書有限公司，pp.276-279, 1993.
- [18]周德瑜，四氯化鈦之控制水解研究，中央大學化學工程所，碩士論文，2001。
- [19] K. Terabe, K. Kato, H. Miyazaki, S. Yamaguchi, A. Imai, Y. Iguchi, Microstructure and crystallization behaviour of TiO₂ Precursor by the sol-gel method using metal alkoxide, J. Mater. Sci., Vol. 29, pp.1617-1622, 1994.
- [20]李明智，以溶膠-凝膠法製備二氧化鈦應用於延伸式閘極氫離子感測場效電晶體，大葉大學電機工程研究所碩士論文，。
- [21]葉志揚，以溶膠-凝膠法製備二氧化鈦觸媒及性質鑑定，國立台灣大學化學工程研究所，台北市，pp.12-22，1999。
- [22]H. Sakamoto, J. Qiu, A. Makishima, The preparation and properties of CeO₂-TiO₂ film by sol-gel spin-coating process, Science and Technology of Advanced Materials, vol.4, pp.69-76, 2003.
- [23]S.M. SZE, Semiconductor devices physics and technology, pp.439-440, Wiley, New York,1985.
- [24]莊達人，VLSI 製造技術，高立圖書有限公司，pp.371-372, 1996。
- [25]曾俊元，PLZT光電陶瓷薄膜製作、微結構、特性和應用研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，pp.21-32, 1993。
- [26]簡國明，洪長春，吳典熹，王永銘、藍怡平，奈米二氧化鈦專利地圖及分析 Titanium Dioxide，行政院國家科學委員會科學技術資料中心，pp.18-24, 2004。
- [27]D. A. Neamen, Semiconductor physics and devices:basic principles, McGraw-Hill, New York, pp.486-490, 2003.
- [28]江榮隆，非晶形三氧化鎢場效型離子感測元件之研究，國立雲林技術學院，碩士論文，1997。
- [29]武世香，虞惇，王貴華，化學量傳感器，傳感器技術，第二期，pp.53-58，1991。
- [30]廖嵐彬，二氧化鈦酸鹼離子感測場效電晶體元件與積體化讀出電路之研究，國立雲林科技大學，2003。
- [31]L. K. Meixner, S. Koch, Simulation of ISFET operation based on the site-binding model, Sensors and Actuators B, Vol.6, pp.315-318, 1992.
- [32]牛蒙年，丁辛芳，童勤義，氧化物-電解溶液界面的表面基吸附模型研究，半導體學報，第17卷，第6期，6月，pp.458-463，1996。