

延伸式閘極感測器之感測膜二氧化鈦之製備與改善

楊世旭、姚品全

E-mail: 9601178@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究以四異丙醇基鈦(titanium isopropoxide, TTIP)為先驅物，以溶膠-凝膠法(sol-gel)合成含奈米TiO₂晶粒之鍍膜液，以旋轉塗佈法將其塗佈於ITO導電基板上，經由適當燒結處理，製備延伸式閘極離子感測膜。利用恆壓恆流讀出電路(CVCC)，設定VDS及VG，使做為感測元件的場效電晶體CD4007能工作於線性區，能其所量測出之閘極電位對應於不同之pH值。研究發現TiO₂感測薄膜的晶相與表面結構與其感測特性相關。燒結製程時，通入氧氣對於二氧化鈦薄膜有修補作用，回火時通入不同比率O₂/Ar氣體時，發現高濃度氧氣可提升感測靈敏度(A/pH)，最高可達72.67A/pH。另外、本研究中也探討了退火前預熱、退火溫度與時間等製程參數對於TiO₂膜結晶狀態與感度之影響。

關鍵詞：溶膠-凝膠法、延伸式閘極場效感測器、奈米二氧化鈦

目錄

| | | | |
|-------------------------|------|--|-----|
| 封面內頁 簽名頁 授權書 | iii | 中文摘要 | vii |
| . . . iv 英文摘要 | v | v 誌謝 | xii |
| 目錄 | viii | viii 圖目錄 | xii |
| | xvii | 第一章 緒論 1.1研究背景 | 1 |
| 動機 | 3 | 1.2研究動機 | 4 |
| 與原理 2.1 生化感測器 | 5 | 2.2 二氧化鈦 | 10 |
| 二氧化鈦之結構 | 10 | 2.2.1 二氧化鈦之性質 | 11 |
| 膜之製備 | 13 | 2.2.2 二氧化鈦薄膜之製備 | 13 |
| | 22 | 2.3 吸附鍵結模型 | 21 |
| | 22 | 2.4 電雙層理論 | 22 |
| | 22 | 2.5 延伸式閘極之理論分析 | 23 |
| 溶膠-凝膠法之調配 | 25 | 第三章 元件製作與薄膜分析原理 3.1 | 26 |
| 膜之製作 | 27 | 3.1.1 配製方法 | 26 |
| | 27 | 3.2 二氧化鈦薄膜知沉積 | 27 |
| | 27 | 3.2.1 ITO 玻璃之清潔 | 27 |
| | 27 | 3.2.2 二氧化鈦薄膜知沉積 | 27 |
| | 29 | 3.3 TiO ₂ thin film特性分析 | 28 |
| | 29 | 3.3.1 原子力顯微鏡分析(AFM) | 29 |
| | 33 | 3.3.2 X-ray 繞射分析(XRD) | 32 |
| | 33 | 3.3.3 SEM電子掃描(SEM) | 33 |
| | 33 | 3.4 延伸式閘極氫離子感測場效電晶體之研究 | 35 |
| 路量測系統之建立 | 37 | 3.4.1 EGFET元件之封裝 | 35 |
| | 39 | 3.5 量測系統之建立 | 37 |
| | 39 | 3.5.1 I-V量測系統 | 37 |
| | 39 | 3.5.2 恆壓恆流電路量測系統之建立 | 39 |
| 不同pH值解膠之SEM分析 | 41 | 第四章 結果與討論 4.1 薄膜分析 | 41 |
| | 41 | 4.1.1 不同pH值解膠之SEM分析 | 41 |
| | 46 | 4.1.2 有無預熱差異之探討 | 46 |
| | 56 | 4.2 電性量測 | 56 |
| | 60 | 4.2.1 不同退火溫度對感度之影響 | 56 |
| | 60 | 4.2.2 預先加熱對感測度之影響 | 60 |
| | 60 | 4.2.3 不同氣體的比例退火對感測度之影響 | 62 |
| | 64 | 第五章 結論 | 62 |
| | 64 | 參考文獻 | 65 |

參考文獻

- [1]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.
- [2]J. Van Der Spiegel, I. Lauks, P. Chan, and D. Babic, Sensors and Actuators, Vol.4, pp.291-298, 1983.
- [3]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.
- [4]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。
- [5] A. R. Phani, S. Santucci, Materials Letters, Vol. 47, pp. 20, 2001.
- [6]陳永芳，以四異丙醇鈦為前驅物利用化學氣相沉積法和水解法製備二氧化鈦，交通大學應用化學所，博士論文，2002。
- [7]S. H. Jung, S. W. Kang, Jpn.J.Appl.Phys, Vol. 40, pp. 3147, 2001.
- [8] 張怡南，2000，生物感測器，生物技術的發展與應用，九州出版社，第三版，PP. 303~320。
- [9]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.

- [10] M. A. Rashti and D. E. Brodie, 1994, " The Photoresponse of High Resistance Anatase TiO₂ Films Prepared by the Decomposition of Titanium isopropoxide " , Thin Solid Films, Vol. 240, PP.163-167.
- [11] N. Rausch and E. P. Burt, 1992, " Thin High-Dielectric TiO₂ Films Prepared by Low Pressure MOCVD " , Engineering, Vo. 19, PP. 725-729.
- [12] T. Fuyuki and H. Matsunami, 1986, " Electronic Properties of the Interface between Si and TiO₂ Deposited at Very Low Temperatures " , Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 25, P.1288.
- [13] 陳繼仁, 1989, TiO₂ 陶瓷的燒結、電性及晶界偏析理論模型之研究, 國立清華大學, 博士論文。
- [14] D. Bloor, R. J. Brook, M. C. Flemings and S. Mahajan, " The Encyclopedia of Advanced Materials " , PP. 2880-2882, (Elsevier Science Ltd, 1994).
- [15] 洪雨利, 溶凝膠法製備奈米二氧化鈦觸媒進行光催化還原二氧化碳之批次反映研究, 國立中山大學, 碩士論文, 2003。
- [16] 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.
- [17] 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。
- [18] 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。
- [19] 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。
- [20] H. Abe, M. Esashi, T. Matsuo, ISFET ' s using inorganic gate thin films, IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-26, pp.1939-1944, 1979.
- [21] 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.
- [22] Clifford. D. Fung, Peter. W. Cheung, and Wen. H. Ko, 1986, " A Generalized Theory of an Electrolyte-Insulator-Semiconductor Field-Effect Transistor " , IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-33, PP.8-18.