

氧化鋅奈米線真空壓力感測器

張守進

國立成功大學電機資訊學院微電子工程研究所教授

E-mail: changsj@mail.ncku.edu.tw

Nanotechnology 19 (2008) 095505 (4pp)

在許多薄膜製造、生醫實驗及工業生產中，真空感測已為一必要之設備。如溫差電堆(thermopile) [1]、溫差電偶(thermocouple) [2]及super Pirani sensor [3]等生產中已廣泛使用。在小尺寸的場發射(FE)、微光機電(MOEMS) [4]及微機電(MEMS) [5]等元件中，真空感測已成不可或缺的角色。其中場發射元件需操作於高電場，而微光機電及微機電元件之製作上較複雜等缺點也造成真空感測在商業化上之困難。

近年來，由於奈米線於感測上之潛力，使nano-electronics與nano-optoelectronics等元件廣泛應用，一維奈米線受到熱烈的研究與討論。在本篇文章中，我們將對氧化鋅奈米線製成之真空感測器，並作詳細之討論。

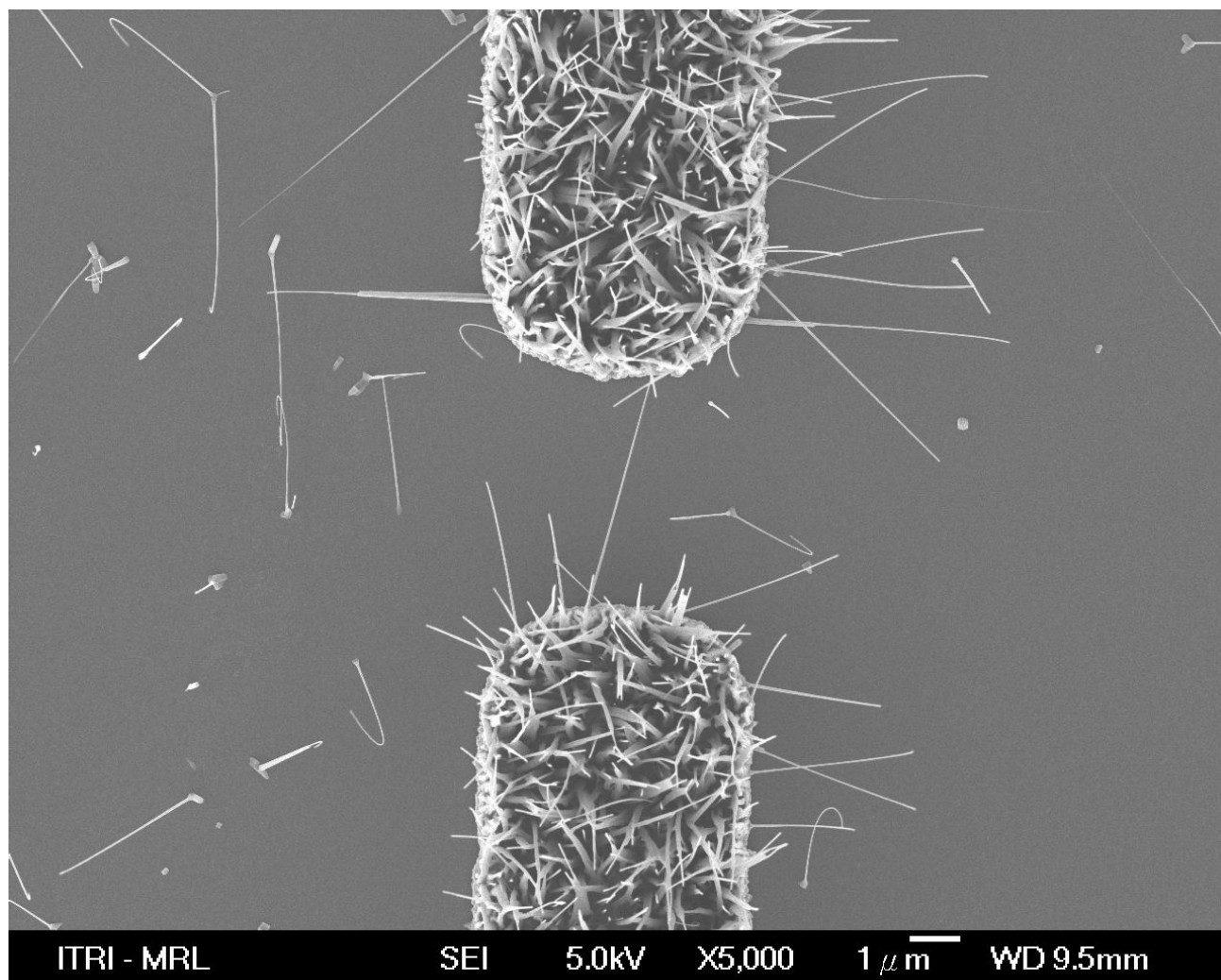


圖1 氧化鋅奈米線之SEM上視圖

圖1為氧化鋅奈米線之SEM上視圖。可以清楚發現奈米線並無直接成長於玻璃基板，而僅成長於摻錫之氧化鋅薄膜上。類似的成長方法也報導於Hsu et al. [6, 7]。圖中，氧化鋅奈米線不具規則性的成長，甚至有橫向成長的現象。此外，我們也發現奈米線之平均長度與直徑分別為 $5\ \mu\text{m}$ 和 30nm 。在某些情形下，單根之氧化鋅奈米線跨接兩指叉狀電極區域，如圖2所示。這將導致兩電極區域足以導通。因此我們可以供給一跨於兩電極之電壓，測量其導通電流值。

圖2為低壓下，元件之電流-電壓特性曲線。在所有情況下，電流值隨偏壓增加而增加。明顯地可以看出在低壓時跨接兩電極間之阻抗呈純電阻性質。而當腔內壓力下降，在電壓偏壓相同情況下，電流值則上升。這是因為來自氧氣或水氣中的氧空缺，如： O_2^- 、 O^{2-} 與 O^- 容易被吸附於氧化鋅表面。這些氧空缺將捕捉氧化鋅奈米線中之自由電子，而呈現負電荷之性質。並在奈米線表面產生高阻值之空乏區，使奈米線之導電率下降 [8]。當我們藉由抽氣，降低腔體內之壓力時，腔內之氧氣及水氣量明顯地減少。所以跨於兩電極間之氧化鋅奈米線其導電性將增加。因此我們觀察並推論出低壓下，電流上升之原因。藉由圖2中電流-電壓之關係，我們得到氧化鋅奈米線之電阻值與壓力間之函數關係，如圖3所示。其中為方便比較，我們也測得一大氣壓(760torr)下，氧化鋅奈米線之電阻。可以發現奈米線之電阻值與腔體內之壓力呈對數關係增加。

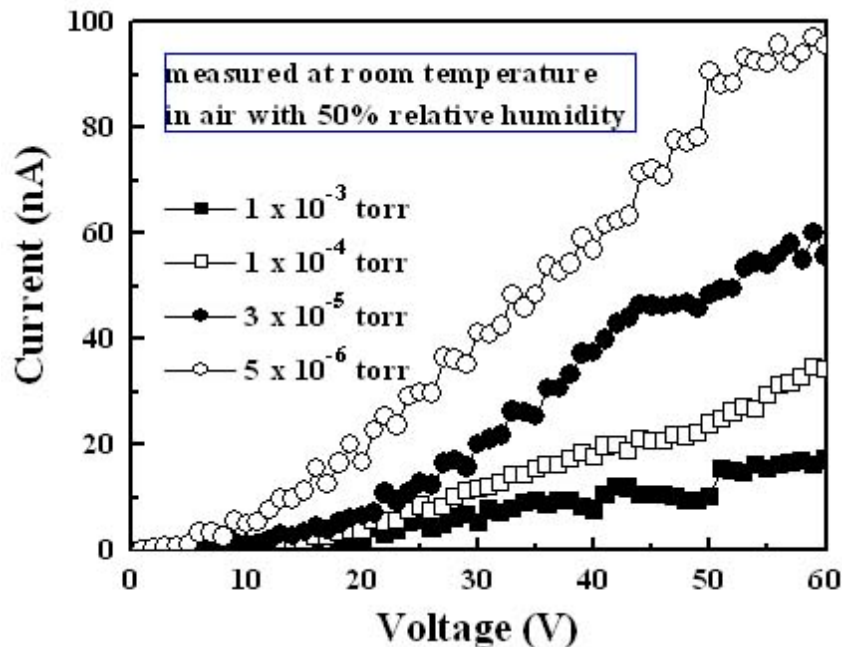


圖2 低壓下之真空感測器電流-電壓特性曲線

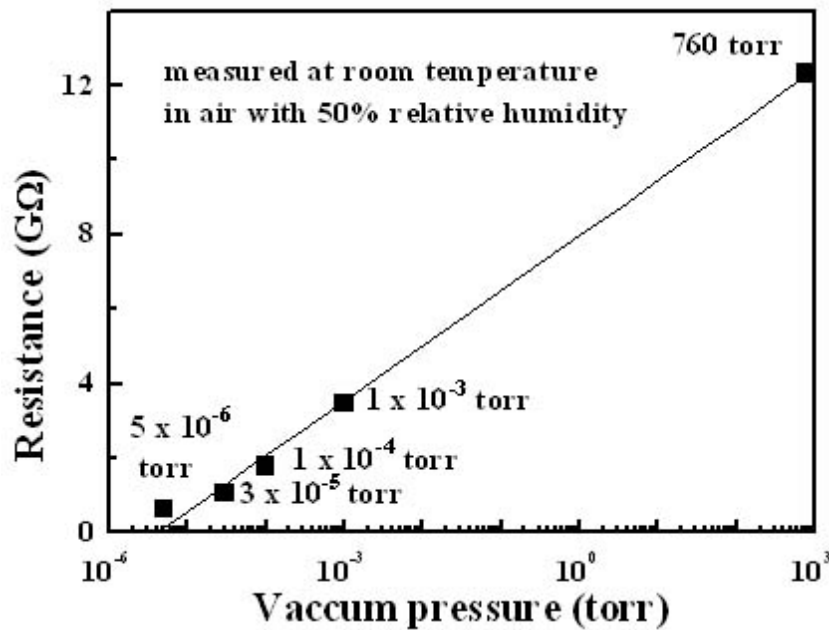


圖3 氧化鋅奈米線對於壓力之電阻

總結來說，我們報導了成長氧化鋅奈米線於ZnO:Ga/glass之基板上。並用單根奈米線跨接兩電極製成真空感測元件。經量測後得到氧化鋅奈米線之電阻值與環境之壓力呈對數關係。

References

- Berlicki T M 2001 *Sens. Actuators A* **93** 27
- Evstifeev V V, Krylov N M, Sedin N M, Svistunov B L and Pershenkov P P 1997 *Measurement Techniques* **40** 127
- Kimura M, Sakurai F, Ohta H and Terada T 2007 *Microelectron. Journal* **38** 171
- Pelletier N, Beche B, Tahani N, Zyss J, Camberlein L and Gaviot E 2007 *Sens. Actuators A* 135 179
- Qian K, Chen T, Yan B, Lin Y, Xu D, Sun Z and Cai B 2006 *Appl. Surface Sci.* **252** 4198
- Hsu C L, Chang S J, Hung H C, Lin Y R, Huang C J, Tseng Y K and Chen I C 2005 *IEEE Tran. Nanotechnol.* **4** 649
- Hsu C L, Chang S J, Hung H C, Lin Y R, Lu T H, Tseng Y K and Chen I C 2005 *J. Vac. Sci. Technol. B* **23** 2292
- Takahashi Y, Kanamori M, Kondoh A, Minoura H and Ohya Y 1994 *Jpn. J. Appl. Phys.* **33** 6611