

ZnO ナノ粒子層伝導特性の向上 ～Ga ドープの試み～

Carrier conduction improvement on ZnO nano-particle layers by trial of Ga-doping

島根大 自然¹, 島根大 総理工² ○吉田 俊幸¹, Islam Md Maruf², 藤田 恭久¹

Shimane Univ. Natural¹, Shimane Univ. Sci&Eng.² Toshiyuki Yoshida¹, Islam Md Maruf², Yasuhisa Fujita¹

E-mail: yosisi@riko.shimane-u.ac.jp

【はじめに】

本研究は、ZnO ナノ粒子層を種々の基板上へ形成し、薄膜トランジスタ (TFT) チャネルへ応用することを目的としている。これにより、基板材料の汎用性を飛躍的に高め、さらにプロセスの簡便化、低コスト化、大面積化も可能となる。我々はこれまで、独自に開発した窒素 (N) ドープ ZnO ナノ粒子により、pn 接合型 UV-LED^[1]や、n-TFT/p-TFT の動作^[2,3]を実現してきた。しかし、粒子層の横方向の抵抗が $M\Omega/sq \sim G\Omega/sq$ 台と非常に高いことが問題である。今回は n 型粒子層への Ga ドープを試み、抵抗が大幅に低減する効果を確認したので報告する。

【実験方法】

ZnO ナノ粒子はガス中蒸発法 (dry-Air, 610 Torr, 20 A, 3 分) により形成した。Ga₂O₃ 粒子は市販の物 (一次粒径 667 nm) である。両者を ZnO:Ga₂O₃ = 0.2 g:0.06 g の割合で混ぜ、大気中 600 ~ 900 °C / 60 分間熱処理した。これを、超純水 10 g へ超音波ホモジナイザー (150W, 3 分) で分散、さらに遠心分離 (3000 G, 1 分) によりメディアン径約 240 nm の分散液を得た。これをホットプレート上 (500°C 設定) の石英基板へ Fig. 1 のスプレー法により塗布・焼結して粒子層を得た。

【結果と考察】

スプレー後の SEM 画像 (Fig. 2) より、基板上への ZnO ナノ粒子層の形成が確認された。Fig. 3 は各粒子層の I-V 測定より得られたシート抵抗である。熱処理温度 800 °C 以上で抵抗値が大幅に低減し、最小で 225 Ω/sq を得た。X 線光電子分光 (XPS) 法による熱処理前の O 1s スペクトルを Fig. 4 に示す。積分強度比 $O_{Ga}/O_{Zn} \approx 0.25$ となり、混合比 0.3 とほぼ一致した。しかし、熱処理後は $O_{Ga}/O_{Zn} \approx 0.75$ となり ZnO は減少した。熱処理中に Zn(OH)₂ などを形成して排出された可能性があるため、dry-Air や N₂, O₂ など純ガス中での熱処理を検討する。また Zn の抜ける様子や欠陥の増減についてフォトルミネッセンス測定も併せて行う。Fig. 5 に示す熱処理前の粒子を用いた各粒子層の XRD 測定結果では、Ga₂O₃ 由来のピークは確認できなかったが、ZnO 由来の鋭いピークが現れ優れた結晶性を持つことを確認した。今後、Ga₂O₃ 粒子との熱処理によるピークのシフトやスペクトル幅変化などを詳細に評価することで、抵抗値減少のメカニズムを調べていく。

【謝辞】

SEM および XRD 測定には島根大学 総合科学研究支援センターの協力を頂いた。また XPS 測定には北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センターの協力を頂いた。尚、本研究は JSPS 科研費 16K06263 の助成を受けた物である。

【References】

[1] Y. Fujita *et al.*, Phys. Status Solid C **11**, (2014) 1260. [2] D. Itohara *et al.*, J. Nanomaterials **2016** (2016) 8219326. [3] T. Yoshida *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **14** (2016) 175.

