Zn0 ナノ粒子への熱拡散型 Ga ドープにおける熱処理雰囲気の影響

Effect of annealing gas in thermal diffusion-type Ga-doping in ZnO nanoparticles

島根大院自然科学¹, 島根大院総理工² ○吉田 俊幸¹, (D) Islam Md Maruful², 藤田 恭久¹ Shimane Univ. Nat. Sci&Technol.¹, Shimane Univ. Sci&Eng.²,

°Toshiyuki Yoshida¹, Islam Md Maruful², Yasuhisa Fujita¹

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

【はじめに】

これまで,独自のn型/p型Zn0ナノ粒子^[1]を用いた粒子層の形成と,それらの薄膜トランジス タ(TFT)チャネル層への応用を達成し,n-TFTおよび p-TFTの動作を報告した^[2,3]。しかし粒子 層のシート抵抗が極めて高く問題であった。最近,n-Zn0ナノ粒子への熱拡散型Gaドープを試み, 抵抗の大幅な低減に成功し,最小値225 Ω /sqを得た^[4]。今回,引き続きGaドープ時の熱処理雰 囲気の影響について得られた知見を報告する。

【実験方法】

Zn0 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 市販品(Sigma-Aldrich 製)である。両者をZn0:Ga₂O₃=0.2g:0.06gの割合で混合し, O₂, N₂, Air 雰囲気中で 600 or 800 ℃/60 分間熱処理した。これを,超純水 10g中へ超音波ホモジナイザ-(150W, 3分)を用いて分散し、さらに遠心分離(3000 G, 1分)により分散液を得た。これをホットプレ ート上(500℃設定)の石英基板へ**Fig. 1**の様なスプレー法により塗布・焼結して約 10 μ m の粒 子層を得た。

【結果と考察】

得られた n-Zn0 ナノ粒子層のシート抵抗変化を Fig. 2 に示す。グラフの点は各平均値を示す。 Ga₂0₃粒子との熱処理 (800[°]C) により,もともと G Ω /sq 台であったシート抵抗は大幅に低減した。 また,熱処理雰囲気によって 0₂ > N₂ > Air の順で低抵抗化した。過去の解析より,遠心分離に よる Ga₂0₃粒子の除去と,熱処理による ZnO 粒子への Ga 拡散を確認している^[4]。

Fig. 3に粉末 XRD(002)ピーク位置から求めた格子定数の変化を示す。一般に、Ga が Zn と置き 換わるとイオン半径の違いから格子定数が減少し、Ga が格子間に留まると格子定数が増加する傾 向がある^[5,6]。今回はこれらのバランスにおいて、Air 雰囲気では Zn と Ga の置き換えが比較的多 く格子定数はやや減少し、一方、他のガス雰囲気では逆に格子間 Ga が多く格子定数はやや増加し たと推測される。前者はドナーとしてキャリアを生じ、大きな低抵抗化に繋がったと考えられる が、いずれの場合も活性化していない Ga が多いと予想され、今後改善が必要である。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 16K06263 の助成を受けたものである。

[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. [4] 吉田俊幸 他 応用 物理学会 2018(秋)19p-PB8-3, 2019(春)12a-PA3-20. [5] H. Gomez et al., Mat. Sci. Eng. B 134 (2006) 20. [6] V. Khranovskyy et al., Thin Solid Films 515 (2006) 472.

