

溶液法 IGZO 薄膜における Ga 比率と焼成温度が伝達特性に与える影響

Effects of Ga Content and Sintering Temperature on Electrical Properties of Solution-processed IGZO Thin Films

○落合祐輔¹, 森本貴明¹, 福田伸子³, 大木義路^{1,2} (早大¹先進理工および²材研, ³産総研 FLEC)

○Y. Ochiai¹, T. Morimoto¹, N. Fukuda³, Y. Ohki^{1,2} (¹SASE and ²RIMST of Waseda Univ., ³FLEC of AIST)

E-mail: ochi0304@ruri.waseda.jp

[はじめに] 溶液法による酸化物半導体作製は、基板の自由度の高さや製造コストの低さなどから注目されている。我々は溶液法で作製したIGZO薄膜で $5.0\text{cm}^2/\text{Vs}$ というa-Si以上の高移動度を達成した^[1]。本研究では、溶液法IGZO薄膜のGa比率と焼成温度が伝達特性に与える影響を報告する。

[試料] In, Ga, Znの各硝酸塩と2-メトキシエタノールから成る前駆体溶液において、Gaモル比率を全体の0~80%とした6つの溶液をp型シリコンウエハゲート電極上の、厚さ300nmのSiO₂熱酸化膜上にスピコートし、大気中300または800℃で1時間焼成した。得られた薄膜上にAl電極を真空蒸着した。

[結果と考察] 図1に、300℃および800℃焼成膜の伝達特性から得られたゲート電圧 $V_G=40\text{V}$ におけるOn電流のGa比率依存性を示す。また、Ga比率が0および80%の場合に得られる300℃焼成膜の伝達特性を挿入図に示す。300℃焼成膜ではGa比率増加によりOn電流がほぼ単調減少するのに対し、800℃焼成膜ではGa比率40%のときに最大となる。図2に、300℃および800℃焼成膜でのギャップエネルギー(E_G)のGa比率依存性を示す。また、Ga比率が0および80%の場合に得られる300℃焼成膜の光吸収スペクトルを挿入図に示す。300℃焼成膜ではGa比率増加により E_G は単調増加するが、800℃焼成膜ではGa比率40%以下で E_G はあまり変化せず、40%以上で増加する。図3に、XPSのO1s電子スペクトルを金属と結合した酸素(530eV)、酸素空孔の酸素(V_O)(531eV)、および、水酸化物の酸素(532eV)の3つのピークに分離^[2]した結果得られる V_O のピーク強度のGa比率依存性を示す。300℃焼成膜ではGa比率増加により V_O は増加するが、800℃焼成膜では逆に減少する。

300, 800℃焼成膜ともに、 E_G が小さく、 V_O が少ない条件で、On電流が最大となる理由として、本試料は構造的制約の少ないアモルファス構造であるため、酸素空孔はキャリア供給源として働くよりも、不純物散乱による電流の抑制^[3]を誘起しやすいことが考えられる。また、 Ga^{3+} と酸素の結合エネルギーは、 In^{3+} と酸素、 Zn^{2+} と酸素のエネルギーより大きい^[4]ため、Gaが多いと酸素空孔は生じにくくなる。このため、800℃焼成膜において、Ga比率増加に従い、 V_O が減少すると考えられる。

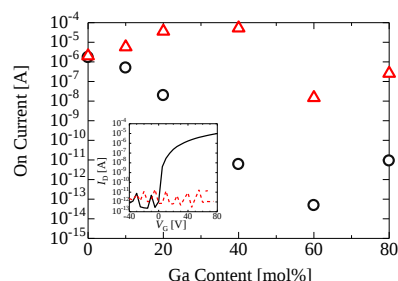


Fig. 1 On current as a function of Ga content measured at $V_G = 40\text{ V}$ for IGZO films sintered for 1 hour at 300 (○) and 800 °C (△). (Inset) Transfer characteristics measured at $V_D = 40\text{ V}$ for IGZO films sintered for 1 hour at 300 °C, Ga content : 0 % (—), 80 % (---).

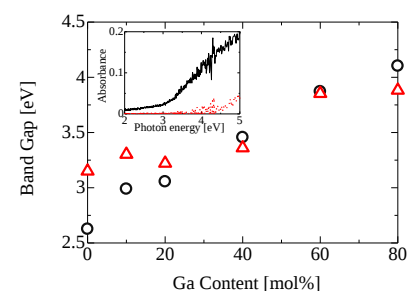


Fig. 2 Band gap energy as a function of Ga content measured for IGZO films sintered for 1 hour at 300 (○) and 800 °C (△). (Inset) Absorption spectra of IGZO films with Ga contents of 0 (—) and 80 % (---) sintered for 1 hour at 300 °C.

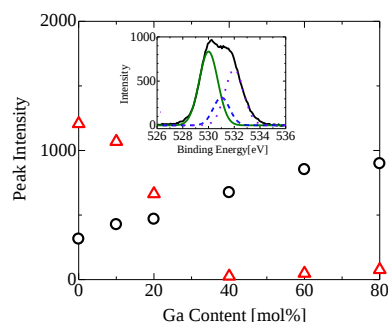


Fig. 3 XPS peak intensities of various oxygen vacancy (V_O) in IGZO films sintered for 1 hour at 300 (○) and 800 °C (△), as a function of Ga content. (Inset) O1s spectra (—) and its components due to bonds with metal (—), oxygen vacancy (---), and hydroxide (···).

[文献]

- [1] 小倉晋太郎 他, 第76回応物学会(秋) 15p-1B-14 (2015)
- [2] K. K. Banger et al., *Nature Mat.*, 10, 45 (2011)
- [3] H. Nakazawa et al., *J. Appl. Phys.*, 100, 093706 (2006)
- [4] K. Nomura et al., *Nature*, 432, 432 (2004)