

水素化 InGaZnO_x による高移動度薄膜トランジスタの低温作製-1

～高 In 比率 IGZO への水素添加効果～

Low temperature fabrication of high mobility hydrogenated InGaZnO_x thin film transistors高知工大¹, 総研² 古田守^{1, 2}, 森海¹, 濱田秀平¹, 河野守哉¹, 是友大地¹, 曲勇作¹¹Material Science and Engineering Course, ²Center for Nanotechnology, Kochi University of Technology°M. Furuta^{1, 2}, M. Mori¹, S. Hamada¹, S. Kono¹, D. Koretomo¹, Y. Magari¹

E-mail: furuta.mamoru@kochi-tech.ac.jp

[研究背景] 我々は水素(H₂)添加スパッタにて作製した水素化 IGZO:H (In:Ga:Zn=1:1:1 atom%)が150°C熱処理によりキャリア濃度抑制効果を示し、良好な TFT 特性が得られることを報告している[1]。一方で、高移動度化を目的にIGZO中のIn比率を増大させると酸素欠損が生成されやすく、キャリア濃度制御を目的に酸素との結合解離エネルギーの大きな元素(W, Si, Hf 等)添加が試みられている。今回我々は水素添加による高 In 組成 IGZO のキャリア濃度制御とその安定化を試みた。また高 In 組成 IGZO:H をチャンネルに、陽極酸化 Al₂O₃ をゲート絶縁膜に用いた TFT を最高温度150°Cで作製した結果、電界効果移動度 19.4 cm²/Vs, S 値 0.13 V/dec.の優れた特性が得られた。

[実験方法] 高 In 組成 IGZO:H は RF マグネトロンスパッタ法にて、酸素比率 R(O₂)=10%一定のもと、水素比率 R(H₂)を 0~9%で変化させて 30 nm 成膜し、as-deposited および 150°C大気アニール後のキャリア濃度を Hall 測定により評価した。TFT は膜厚 20 nm の陽極酸化 Al₂O₃ をゲート絶縁膜に、高 In 組成 IGZO:H をチャンネルに使い、最高プロセス温度 150°Cで作製した。パターン形成は全てフォトリソグラフィ法を用い、チャンネルの W/L=66/20 μm である。

[結果] Figure 1(a)に高 In 組成 IGZO キャリア濃度(n_e)のスパッタ R(H₂)依存性を示す。R(O₂)=10%一定である。As-depo 膜では R(H₂)≤2%では n_e は測定下限であったが、R(H₂)≥5%で $n_e > 10^{19}$ (cm⁻³)に急増した。一方で、これらの膜を 150°C熱処理すると水素未導入膜では $n_e = 5 \times 10^{18}$ (cm⁻³)に増大した反面、水素導入 IGZO:H 膜は $n_e = 3 \times 10^{17}$ (cm⁻³)と水素未導入膜に比較して 1 桁以上小さく、かつ R(H₂) = 2~9%でほぼ一定の n_e を示した。Figure 1(b)に最高温度 150°Cで作製した高 In 組成 IGZO:H TFT の伝達特性を示す。陽極酸化 Al₂O₃ ゲート絶縁膜は 20 nm と極薄膜にもかかわらずゲート電流 ≤ 1 pA であり、電界効果移動度 19.4 cm²/Vs, S 値 0.13 V/dec の優れた特性が得られた。

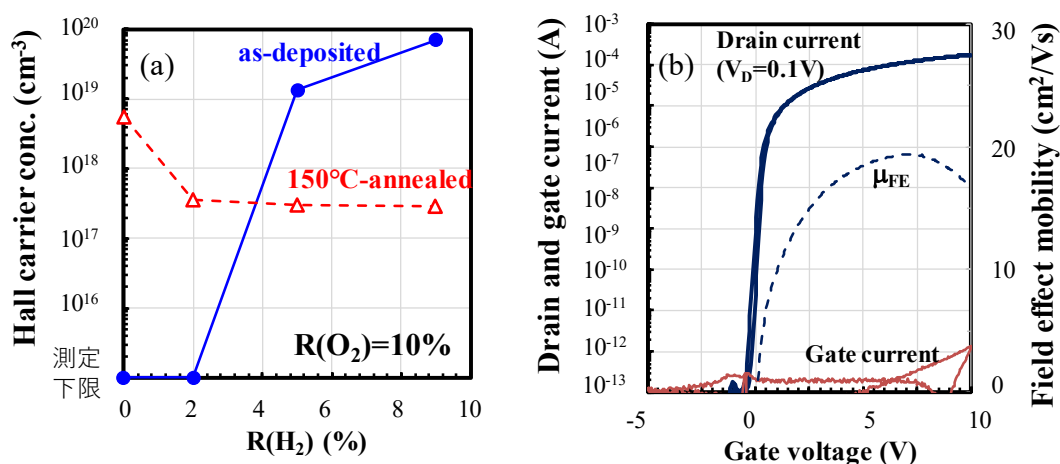


Figure1. (a) Hall carrier concentration of as-deposited and 150°C-annealed high-In IGZO:H films deposited at various R(H₂), (b) 150°C-processed high-In IGZO:H TFT with a 20 nm-thick Al₂O₃ gate insulator.

参考文献 [1]S G M. Aman, M. Furuta et al., Applied Physics Express **11**, 081101 (2018)