

酸化物半導体前駆体のインク化とマイクロ波焼成プロセスの開発

Development of Microwave Sintering Process and Preparation of
Oxide Semiconductor Precursor Ink産総研 FLEC¹, 産総研ナノシステム研究部門² °鄭恵貞¹, 小倉晋太郎¹, 酒井平祐¹,
竹内和彦², 長畑律子², 植村聖¹, 福田伸子¹Flexible Electronics Research Center (FLEC), AIST¹, Nanosystem Research Institute (NRI),
AIST², °Hea Jeong, Cheong¹, Shintaro Ogura¹, Heisuke Sakai¹, Kazuhiko Takeuchi²,
Ritsuko Nagahata², Sei Uemura¹, and Nobuko Fukuda¹

E-mail: heajeong.cheong@aist.go.jp

[はじめに]: 我々は高速・低温で塗布半導体を形成するために、マイクロ波を用いた高性能な酸化物半導体の薄膜トランジスタ (TFT) の作製について検討を行っている。前回、ゾル・ゲル法で酸化物 TFT を作製する場合、マイクロ波を用いて焼成することで、従来のオープン焼成より飛躍的に短時間で作製できることを報告した[1]。しかしながら実際に TFT の作製プロセスとして、上記の溶液を用いるには、パターニング方法の自由度やマイクロ波の吸収効率の観点から、粘度を自由に調整するといったインク化の検討が必要である。そこで本報では高粘度の前駆体インクを用いた場合の酸化物薄膜の構造とそれを用いて作製した TFT 特性との相関について評価を行い、インク化における課題を抽出し、その解決法について検討を行った。

[実験方法]: 酸化物半導体前駆体ゾルは、インジウム、ガリウム、亜鉛の各硝酸塩、尿素およびジエタノールアミンを用いて合成した。その前駆体ゾルを酸化膜付シリコンウェハー上に形成したソース・ドレイン電極の上から塗布製膜し、5 分間空气中でマイクロ波加熱 (2.45 GHz) 焼成を行うことでボトムコンタクトの TFT を作製した。TFT 特性は窒素雰囲気下で測定を行った。

[結果と考察]: 酸化物半導体前駆体ゾルを 5 分間焼成した膜の XRD (X 線回折) では前駆体ゾルの一部が酸化物として結晶化されていることを確認した。その酸化物の組成を詳細に調べるために XPS (X 線光電子分光) の測定を行った。図 1 はその XPS の O1s ピークを示している。このピークを波形分離したところ三つのピークとして観察できた。530eV は金属に結合している酸素のピーク、531eV は酸素欠陥が多い領域にある酸素 (O_{vac}) のピーク、532eV は水酸化物 (OH) の酸素のピークとそれぞれ一致した[2]。この結果は膜中には多くの酸素欠陥が存在していることを示している[3]。しかしながら、この薄膜を用いた TFT は、移動度は 10^{-2} cm²/Vs オーダーと低い値を示したものの、5 分という短時間の焼成であるにも関わらずオフ電流は 10^{-12} A オーダーであり、オン・オフ比は 10^6 を示した。この結果は XPS で観察された酸素欠陥が全てオフ電流に関係していないことを示している。

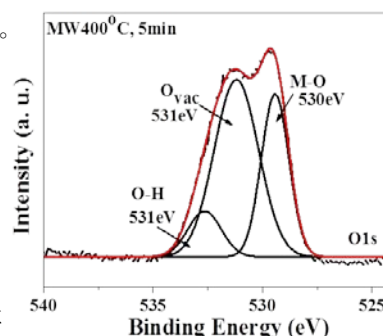


図 1. 酸化物前駆体を 5 分間マイクロ波焼成した薄膜の XPS

[1] H. J. Cheong, N. Fukuda, H. Sakai, S. Ogura, K. Takeuchi, R. Nagahata, S. Uemura *et. al.*, Jpn. J. Appl. Phys. accepted.[2] K. K. Banger, Y. Yamashita, K. Mori, R. L. Peterson, T. Leedham, J. Rickard, H. Sirringhaus *et. al.*, Nature Mat. **10** (2011) 45.[3] G. H. Kim, H. S. Kim, H. S. Shin, B. D. Ahn, K. H. Kim, H. J. Kim *et. al.*, Thin Solid Films **517** (2009) 4007.