

塗布性を向上させた IGZO 前駆体溶液の作製と焼成プロセスの検討

Study on Preparation of an IGZO Precursor Solution with Coatability and the Annealing Process

○小倉晋太郎、鄭恵貞、植村聖、牛島洋史、福田伸子（産総研、FLEC）

○Shintaro Ogura, Hea-jeong Cheong, Sei Uemura, Hirobumi Ushijima, and Nobuko Fukuda (AIST, Flexible Electronics Research Center)

E-mail : s.ogura@aist.go.jp

【はじめに】 Indium-Gallium-Zinc oxide (IGZO)をはじめとする酸化物半導体は、低温で成膜可能であり、移動度 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える性能を持つことから、アモルファスシリコンに代わる半導体材料として注目されている。[1] 通常、酸化物半導体は、真空下でのスパッタリング法によって成膜されるが、成膜プロセス時間の短縮によるコストダウンを図るため、溶液塗布による成膜プロセスも検討されている。[2] 今回は、有機物由来の不純物の低減および塗布性を考慮した IGZO 前駆体溶液を作製し、それに適した焼成プロセスも合わせて検討した。

【実験】 IGZO 前駆体溶液は、水および 2,2,2-Trifluoroethanol (TFE) の混合溶媒中にインジウム、ガリウム、亜鉛の硝酸塩を任意の割合で混合することによって作製された。この前駆体溶液について、熱重量測定・示差熱分析(TG-DTA)および表面張力の測定を行った。熱酸化膜付シリコンウェハに前駆体溶液をスピン塗布し、仮焼成を 130°C で 5 分、本焼成を 300°C で 1 時間行うことにより IGZO 薄膜を成膜した。この IGZO 薄膜上にソースおよびドレイン電極としてアルミニウムをマスク蒸着し、トップコンタクト型の薄膜トランジスタ(TFT)を作製して電気特性の評価を行った。

【結果と考察】 水の表面張力は室温で 71.9 mN/m と非常に大きく、基板に対する接触角が大きくなる傾向にあり [3]、水のみを前駆体溶液の溶媒とする場合、基板への濡れ性が懸念される。そこで、金属塩が沈殿しない範囲で水に TFE を加えていくと、表面張力が室温で 23.7 mN/m まで下がり、塗布性を向上できることが分かった。この混合溶媒を用いて調製された前駆体溶液の TG-DTA 測定では、 130°C 以下で溶媒蒸発由来の重量減少が起こり、 $200\sim 300^\circ\text{C}$ の間に酸化物形成を示す挙動が観測されたので、基板への塗布後は 300°C で焼成を行うことにした。Fig.1 に、作製した TFT の伝達特性を示す。ゲート電圧が負のときドレイン電流は 10^{-11} A 程度であるのに対して、 0 V 付近から正電圧ではドレイン電流が急激に増加し、n 型半導体特有のスイッチングが観測された。このとき移動度は $2.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度であった。一方で、ゲート電圧を掃引した場合、ヒステリシスが観察された。これは、焼成後に膜内に残存した有機物などがトラップサイトを形成したためであると考えられる。そこで、この有機物を分解をさせるため、本焼成の前に、高湿度な雰囲気下での UV 照射を行い、成膜を行った。この場合の伝達特性では、ヒステリシスとオフ電流の低減がみられ、移動度は $5.0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度に向上した。

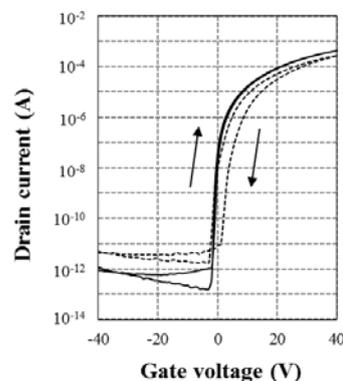


Fig.1 Transfer characteristics of the IGZO TFTs prepared by annealing at 300°C without (dot line) and with (solid line) UV irradiation. ($W/L = 500/50$, $V_{\text{Drain}} = 30 \text{ V}$)

[1] K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano and H. Hosono, Nature **432**, 488 (2004).

[2] N. Fukuda, Y. Watanabe, S. Uemura, Y. Yoshida, T. Nakamura and H. Ushijima, J. Mater. Chem. C **2**, 2448 (2014).

[3] J. Deng, Y. Yang, P. Wang, G. Ouyang and Z. Huang, J. Chem. Eng. Data. **51**, 725 (2006).