

# トップゲート型フレキシブル TFT 応用に向けた $Y_2O_3$ 絶縁膜の電気特性評価

## Electrical characterization of $Y_2O_3$ insulator for top-gate flexible TFT applications

嶋崎 宏 (電気電子工学科)

Kou Shimazaki

高機能デバイス研究室 指導教員 相川 慎也 准教授

### 1. 緒言

近年, IoT 化が進み情報製品の基盤である半導体の需要が高まってきている. 加速する市場競争の中で既存の製品に代わる高性能で高機能な薄膜トランジスタ(TFT)の開発が求められている. 高性能 TFT にとって半導体と同様に絶縁体は非常に重要であり, 高い比誘電率を持つ高品質な high- $\kappa$  薄膜が注目されている [1]. その中でも,  $Y_2O_3$  は保護層として用いた場合, TFT 特性に影響を及ぼさず正常な界面を形成できることから [2], ゲート絶縁膜としての研究が進んでいる. また  $Y_2O_3$  は  $SiO_2$  の約 4 倍の比誘電率 12~18 を持つことから, リーク電流の抑制と TFT の高性能化を両立することが期待される. TFT の構成の中でも絶縁体層は脆い酸化物で構成されることから曲げに弱いとされているが, フレキシブルデバイスに搭載した際の評価は十分研究が進んでいない.

従来の高品質なゲート絶縁膜の成膜方法は ALD 法や CVD 法が一般的であるが, これらは成膜プロセスにおいて高温成膜が必要となる. そのためフレキシブル化に向け, プラスチック基板の耐熱温度 120 °C よりも高くなってしまふことが課題となっている. この問題解決のため加熱しない高品質なゲート絶縁膜の成膜が不可欠である.

そこで本研究では, 高温成膜を用いない 2 種類の成膜方法で  $Y_2O_3$  絶縁膜を作製し, 電気特性を評価することを目的とした.

### 2. 実験方法

アセトン/IPA で超音波洗浄した Si 基板に UV 照射を行い, 有機物残渣を除去した. まず, Si 基板に下部電極を成膜した後, EB 蒸着装置で  $Y_2O_3$  を膜厚 50 nm で成膜し, 上部電極として Ti を 50nm 堆積させた. Fig.1 に作製したデバイスの概略図を示す. 電気特性評価は, マニュアルプローバを用いて室温・大気圧下で 40 V 印加し,  $I$ - $V$  特性を測定した.

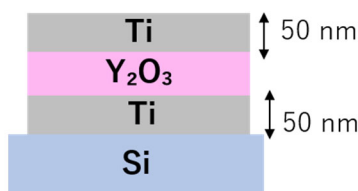


Fig.1 本実験で用いたデバイス構造の概略図

### 3. 実験結果および考察

$Y_2O_3$  絶縁膜の酸素分圧依存の電流密度 ( $J$ ) -電界強度 ( $E$ ) 特性を Fig.2 に示す. スパッタ成膜では成膜時の酸素分圧が大きく影響し, 0.167Pa より高い条件で良好な絶縁特性が得られた. これはスパッタ粒子と酸素分子が結合することで膜組成が化学量論組成に近づいたためと考えられる. 酸素分圧が低い場合,  $Y_2O_3$  絶縁膜内に酸素空孔欠損が多く形成される. これは, 膜の低密度化を引き起こすため絶縁破壊電界の低下に繋がったと考えられる.

Fig.3 は, EB 及びスパッタ成膜した  $Y_2O_3$  の  $J$ - $E$  特性の比較を示す. EB 成膜では酸素導入ができないためスパッタ成膜の酸素分圧 0%と比較した. なお,  $Y_2O_3$  膜厚は同一となるように成膜条件を調整した. EB 成膜  $Y_2O_3$  は測定した電界強度の範囲内では

良好な絶縁特性を示した. 酸素導入がない EB 成膜において良好な絶縁特性を示したのは, プラズマを用いるスパッタリングと異なり, 高エネルギー(数百 eV)のプラズマ [3] にさらされないため  $Y_2O_3$  組成のまま成膜されたからだと考えられる.

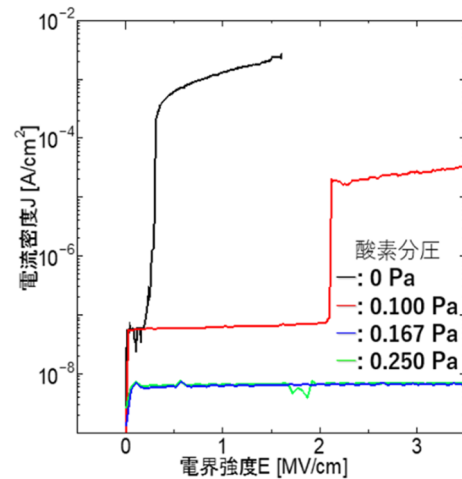


Fig.2 スパッタ成膜した  $Y_2O_3$  絶縁膜の酸素分圧依存  $J$ - $E$  特性

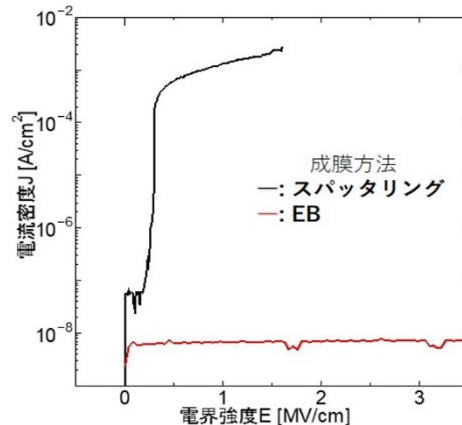


Fig.3 成膜方法による  $Y_2O_3$  絶縁膜の  $J$ - $E$  特性比較

### 4. 結論

本研究では, フレキシブルな TFT 作製に応用するための高温成膜を用いない高品質  $Y_2O_3$  の成膜方法について調査した. その結果, 高温成膜をせずにリーク電流  $10^{-8} A/cm^2$  の良好な絶縁特性が得られた. また良質な絶縁膜を成膜するにあたって酸素分圧に影響されない EB 成膜が適していると考えられる. この結果から熱可塑性プラスチック基板を用いるフレキシブル TFT 用途に有効であると考えられる. 今後は, レキシブル化に向けた TFT 作製を行い  $Y_2O_3$  の成膜方法が TFT に与える影響についての調査を行う.

### 5. 参考文献

- [1] Mark T. Bohr, *et al.*, IEEE Spectrum, Vol 44, 10 (2007).
- [2] K. Nomura, *et al.*, Thin Solid Films Vol 520, 3778-378 (2012)
- [3] H. Toyoda, Journal of the Vacuum Society of Japan, Vol 51, 4 (2008)