18p-E10-10

# スパッタ法で成膜したナノ結晶酸化物半導体への 電子線照射効果の調査(2)

**Investigation of Electron Beam Induced Effects on** 

## Nano Crystalline Oxide Semiconductor Deposited by Sputtering (2)

### 株式会社半導体エネルギー研究所

○大力 浩二, 太田 将志, 高橋 正弘, 廣橋 拓也, 山﨑 舜平

Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Japan

#### K. Dairiki, M. Oota, M. Takahashi, T. Hirohashi and S. Yamazaki

#### E-mail: kd0411@sel.co.jp

DC スパッタで成膜した非晶質アルミナは電子線 照射で結晶化し易いことが知られており、加速電圧 200 [kV]での TEM 観察時に 13.0 [A/cm<sup>2</sup>] (= 8.1E+5 [e-/nm<sup>2</sup>s])の電子線照射誘起結晶化が報告されて いる[1]。室温 RF スパッタ成膜の InGaZnO 膜に関し ても、加速電圧 300 [kV]、高電流密度条件の電子線 照射誘起結晶化の報告例がある[2]。膜質と電子線 照射条件によって、InGaZnO 膜の電子線照射効果 がどのように異なるのかに関して調査した。

多結晶 InGaZnO<sub>4</sub>ターゲットを用いた DC マグネト ロンスパッタ法にて、InGaZnO 膜を室温成膜した。そ の他の成膜条件は、0.4 [Pa]、500 [W]、O<sub>2</sub> 流量 45 [sccm]である。TEM 加速電圧は、電子線照射による InGaZnO 膜の結晶化の報告があった 300 [kV]に固 定した。標準の TEM 観察条件は、電子ビーム照射 領域 400nm  $\phi$ 、電子電流密度 7.5E+4 [e-/nm<sup>2</sup>s]で、 3分以内で測定している。電子線の過剰照射条件と して、電子ビーム照射領域 130nm  $\phi$ 、電子電流密度 1.5E+6 [e-/nm<sup>2</sup>s]にて 10 分間の照射も行った。実験 シーケンスは、TEM 観察3分(図(a))→400nm  $\phi$  電子 線照射10 分→TEM 観察3分(図(b))→130nm  $\phi$  電子 線強調照射 10 分→TEM 観察3分(図(c))となる。

450℃アニール後のnc-InGaZnO 膜に 300kV の電 子線を照射した場合は、電子線強調照射 10 分後で も TEM 像から電子線照射誘起結晶化に起因する変 化は確認されなかった。as depo.の InGaZnO 膜に 300kV の電子線を照射した場合も、通常条件の電子 線照射では TEM 観察後(図(a))に 10 分の電子線照 射(400nm  $\phi$ )を行い、その後 TEM 観察(図(b))を行っ ても、TEM 像から電子線照射誘起結晶化に起因す る変化は確認されなかった。更に追加して10分の過 剰電子線照射(130nm  $\phi$ )を行い、その後 TEM 観察 (図(c))を行ったところ、電子線照射により、結晶性が 高くなる傾向が確認された。すなわち、短時間の TEM 観察では InGaZnO 膜の結晶性は変化しないが、 電子線照射条件と膜質によっては結晶性が変化す ることが判明した。室温成膜の as depo. InGaZnO 膜 は電子線照射で変化し易く、アニール後の InGaZnO 膜に比べて安定性が乏しいことがわかった。

これらの結果から、nc-InGaZnO にて信頼性の高 いデバイスグレードの膜質を得るためには、アニー ルプロセスが必要であることがわかった。また、 InGaZnO 膜の膜質を議論する場合、as depo.の膜質 ではなく、実際の量産プロセスで用いられる加熱処 理後の膜質を議論する必要がある。

J. Murray et al.: Material Letters **74** (2012) 12–15
T. Kamiya et al.: Proc. IDW'13, pp. 280–281 (2013)



図. DC マグネトロンスパッタにて室温成膜した as depo. の InGaZnO 膜に対する 電子線照射前(a),10分の電子線照射後(b),10分の過剰電子線照射後のHR-TEM像(加速電圧300 kV)