

IGZO薄膜における結晶性の成膜条件依存性

Dependence of crystallinity of IGZO thin films on deposition conditions

株式会社半導体エネルギー研究所 ○山田 良則, 下村 明久, 野中 裕介, 石原 典隆, 山崎 舜平
Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.,

○Y. Yamada, A. Shimomura, Y. Nonaka, N. Ishihara and S. Yamazaki

E-mail: yy1269@sel.co.jp

次世代の半導体材料として、In-Ga-Zn-O(IGZO)を含むOxide Semiconductor (OS)の研究開発が広く行われている。OSを活性層に用いたトランジスタは、省電力ディスプレイ、不揮発性メモリやCPUなど、多くの用途に向けて研究開発が行われている。IGZO薄膜の結晶性はデバイス特性、特に信頼性に影響を与える。我々はこれまでに、単結晶でも多結晶でもないがc軸に配向した結晶構造を持つc-axis aligned crystalline(CAAC)- IGZOを用いることで信頼性のよいデバイスを作製することに成功している[1]。

我々はこれまでに、様々なスパッタ条件でIGZO薄膜サンプルを作製し、詳細に分析を行っているが、TEM像では明瞭な結晶が観察されない膜についても、電子ビームの径をナノメートルサイズに絞った電子線回折(Nano beam electron diffraction : NBED)を用いると、ナノメートルオーダーの結晶性を示すスポット状のパターンが観測されている。つまり完全にランダムなアモルファス構造を持つIGZO膜の存在は確認できていない[2]。

結晶性と物性の関係を調査するためにIGZO薄膜を異なる成膜手法を用いて作製し、その結晶性を調査した。今回は量産に用いられるスパッタ法と、研究開発用途で広く用いられるPLD(Pulsed laser

deposition)法を用いた[3]。今回ターゲットはIGZO₄の多結晶体を使用している。PLD法ではNd:YAGレーザー(波長 $\lambda=266\text{nm}$)を用いて10Hz, 0.1Wの条件でアブレーションを行った。図1に室温で成膜したIGZO薄膜の断面TEM像およびNBEDパターンを示す。PLD法では成膜圧力によって断面TEM像に変化が見られ、0.7Paの条件では均一な膜が得られているが、7.0Paの条件では膜中にポイドが生じている。他の条件でも成膜を行ったが、今回の実験の範囲においてはすべてのサンプルについてNBEDでスポット状のパターンが観測され、完全なアモルファス薄膜は確認できなかった。また図2には加熱成膜を行った場合の断面TEM像とNBEDパターンを示す。PLD法では、加熱成膜を行った場合、酸化インジウムの偏析が起こるなど、スパッタ法で作製した薄膜とは異なり、CAAC構造は確認できていない。当日は結晶性と物性との関係を議論する。

[1] S. Yamazaki et al: SID Symp. Dig. Tech. Pap. 43(2012) 183.

[2] S. Yamazaki et al: Jpn. J. Appl. Phys. 53(2014) 04ED18-1

[3] K. Nomura et al: Nature 432 (2004) 488.

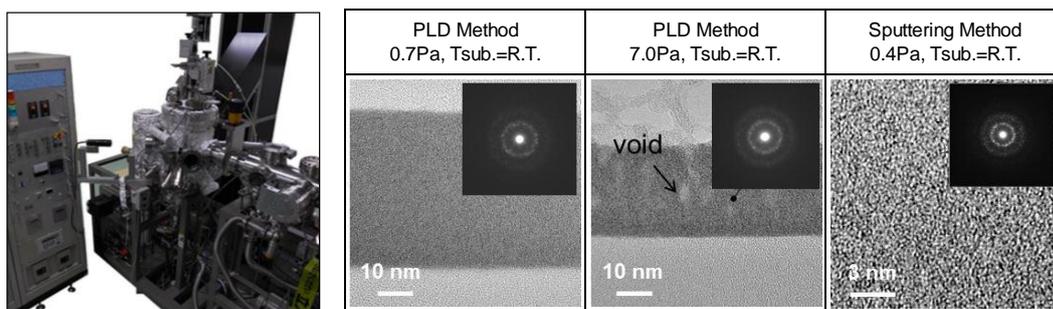


図1. 本実験で使用したPLD装置の写真(左図)

PLD及びスパッタ法それぞれ室温で作製したIGZO膜の断面TEM像とNBEDパターン(右図)

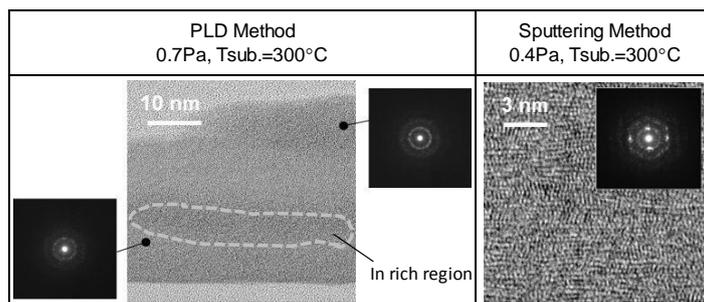


図2. 基板加熱条件で作製したIGZO膜の断面TEM像とNBEDパターン