

## ナノサイズ結晶を有するIGZO薄膜の結晶性について

## The crystallinity of nano-crystalline IGZO thin films

株式会社半導体エネルギー研究所,

○黒澤 陽一, 野中 裕介, 石原 典隆, 太田 将志, 山田 良則, 西野 信也, 山崎 舜平  
Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.

○Y. Kurosawa, Y. Nonaka, N. Ishihara, M. Oota, Y. Yamada, S. Nishino and S. Yamazaki

E-mail: yk1051@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、すでに量産されている省電力ディスプレイ等、多くの用途に向けて研究開発が行われている [1] [2]。IGZO 薄膜をデバイスに利用する際、その結晶性はデバイス特性、特に信頼性に影響を与えるため、その理解は非常に重要である。IGZO 薄膜に関しては、その構造がアモルファス構造であると報告がなされているが [3]、我々がこれまで様々な条件で作製した薄膜 IGZO サンプルでは、電子ビームをナノサイズに絞った電子線回折 (Nano Beam Electron Diffraction : NBED) で結晶性 (ナノクリスタル, nc) を示すスポット状のパターンを観測している [4]。これは IGZO 薄膜がナノ構造を有していることを示唆している。

そこで本研究では、IGZO 薄膜の構造を明らかにするため、アモルファス構造モデルとナノクリスタル構造モデルの 2 種類の IGZO 構造モデルにおいて XRD シミュレーションを行い、比較を行った。アモルファス構造モデルは、古典 MD によるメルト-クエンチで作成し [5]、ナノクリスタル構造モデルは  $(\text{InGaZnO}_4)_{12}$  クラスタを空間にランダム配置し、クラスタ間の空隙を、MD によるメルト-クエンチで得られたアモ

ルファス構造で埋めている (図 1)。XRD シミュレーションには、シミュレーションパッケージ JEMS を用いた。これら 2 つのモデルは明らかに構造の違いがあるにも関わらず、 $2\theta > 20^\circ$  ( $\text{CuK}\alpha$  線) ではほぼ同様の XRD スペクトルを示した (図 2 (a) および (b))。また、これらのスペクトルは我々の nc-IGZO 薄膜から実験的に得られた XRD スペクトル (図 2 (c)) を再現できている。

以上の結果から、IGZO 薄膜の構造は XRD スペクトルのみの解析からは断定することができず、他の分析手法を用いる必要があると考えられる。当日は極微電子線回折等による評価結果と合わせて、それぞれの構造モデルの妥当性を議論する。

- [1] S. Amano et al. : SID Symp. Dig. Tech. Pap. 41 (2010), 626.  
[2] H. Kobayashi et al. : COOL Chips XVI, 2013, p.1.  
[3] K. Nomura, et al. : Nature 432 (2004), 488  
[4] S. Yamazaki, et al. : Jpn. J. Appl. Phys. 53(2014), 04ED18-1  
[5] K. Nomura, et al. : Phys. Rev. B 75 (2007), 035212

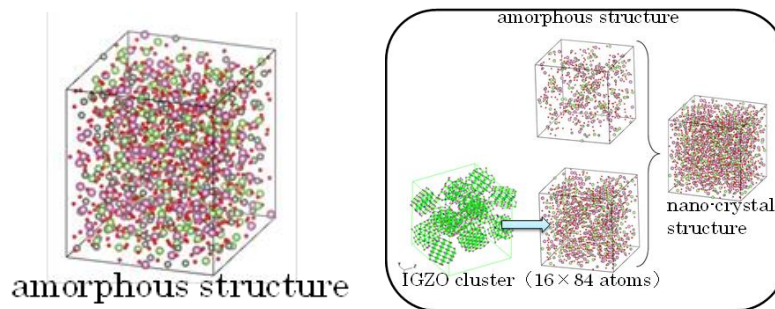


図 1 : アモルファス構造モデルとナノクリスタル構造モデル。

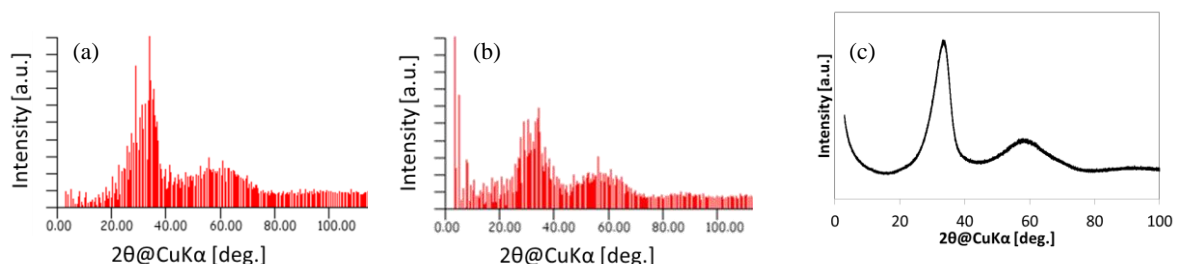


図 2 : XRD シミュレーション結果。(a) アモルファス構造モデル、(b) ナノクリスタル構造モデル、(c) 実験。