

## InGaZnO の構造評価 : TEM 試料加工・観察時の影響

Structural Analysis of InGaZnO : Influence of TEM Sample Preparation and Observation

一般財団法人 材料科学技術振興財団

山崎 亨, 船木 雅之, 阿久津 恵子

Foundation for Promotion of Material Science and Technology of Japan

Toru Yamazaki, Masayuki Funaki, Keiko Akutsu

E-mail: t-yamazaki@mst.or.jp

## 1. はじめに

微細パターンを狙った集束イオンビーム (FIB) による加工と透過電子顕微鏡 (TEM) による評価を組み合わせた FIB-TEM 法は、MST が分析センターとして先駆けて事業化した[1]が、ディスプレイの薄膜トランジスタ (TFT) チャネル層として量産に至った InGaZnO (IGZO) 膜の研究開発には、この FIB-TEM 法による局所構造解析が欠かせない。ナノメートルオーダー領域での結晶性の評価には、高分解能 TEM (HR-TEM) 観察と極微電子線回折 (Nano-Beam-electron-Diffraction; NBD) 測定が有効であり、これらの手法を用いることで IGZO 膜中にはナノメートルオーダーの微結晶や c 軸配向した結晶性 (C-Axis Aligned Crystalline; CAAC) 構造も存在することが報告されている[2,3]。一方でイオンビームや電子線照射時の IGZO 膜の変質を懸念し、イオンビームを用いずに薄片試料を製作して TEM 観察を行った事例[4]では、低電子照射条件下で TEM 分析を行うと IGZO 膜が非結晶性をもたないアモルファスだが、過度な電子線を照射すると結晶化すると報告されている。本報告では、FIB 加工と TEM 観察の工程が IGZO の構造変化に与える影響を定量的に把握するため、シミュレーションと実験を通じて考察を行った。

## 2. 実験方法

検証用のサンプルには市販品 (SHARP 製 タブレット AQUOS PAD SHT21SKA) を解体して取り出した IGZO-TFT を用い、FIB で TEM 試料を作製した。FIB 加工中の温度上昇については、照射領域で熱に変換されるエネルギーを見積もり、熱伝導シミュレーションによって試料内の温度分布を計算した。また、電子線照射による影響については、加速電圧 300kV での HR-TEM 観察と 200kV での NBD 測定を行い、初期状態からの変化を調べた。

## 3. 実験結果及び考察

シミュレーションの結果、IGZO に FIB で Ga イオンを照射した領域では局所的に温度上昇するが、酸化物材料である IGZO が結晶化等を誘起するといわれる 600 ほどの温度[5]には達しないことを確認した。実験の結果、図 1 のように電子線照射量を累積していく過程 (①, ②, ③) で HR-TEM 像と NBD 測定の結果に差異は見られず、文献[4]のような結晶性の変化は確認されなかった。さらに NBD 測定でスポット状の回折が現れている (図 2) ことから、過剰な電子線を照射するしないに関わらず、この市販品の IGZO 膜中には非結晶性をもたないアモルファス構造[4]とは異なり、ナノメートルオーダーの微結晶が存在することが分かった。当日は常温で FIB 加工した場合と冷却機構を用いて加工した場合の TEM 試料で電子線照射した結果も合わせて報告する。

(参考文献)

[1] 酒井ら, 第53回応用物理学会秋季学術講演会 18p-ZS-9 (1992)

[2] M. Takahashi et al., AM-FPD11 271 (2011).

[3] S. Yamazaki, IDMC13 Keynote Speech (2013).

[4] T. Kamiya et al., IDW13 Symposium Digest 280 (2013).

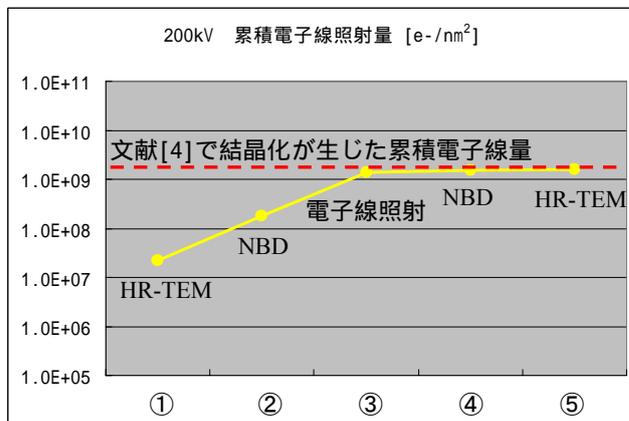
[5] K. Nomura et al., Jpn. J. Appl. Phys., **45**, 4303 (2006).

図 1 市販 IGZO-TFT の電子線照射条件

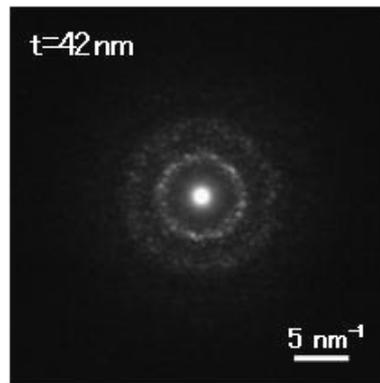


図 2 NBD 測定結果