

アモルファス酸化インジウム薄膜トランジスタにおける 電荷密度および移動度の添加元素依存性

**Dopant selection for control of charge carrier density and mobility
in amorphous indium oxide based thin-film transistors**

物材機構 WPI-MANA¹, SPring-8² ○三苫 伸彦¹, 相川 慎也¹, 欧阳 威¹, 高 旭¹,
木津 たきお¹, 林 孟芳¹, 藤原 明比古², 生田目 俊秀¹, 塚越 一仁¹
NIMS WPI-MANA¹, SPring-8² ○Nobuhiko Mitoma¹, Shinya Aikawa¹, Wei Ou-Yang¹, Xu Gao¹,
Takio Kizu¹, Meng-Fang Lin¹, Akihiko Fujiwara², Toshihide Nabatame¹, Kazuhito Tsukagoshi¹
E-mail: MITOMA.Nobuhiko@nims.go.jp

【研究背景・目的】

次世代ディスプレイの画素スイッチングトランジスタ応用に向け、伝導性の高いインジウム系アモルファス酸化膜の研究が重要度を増している。しかし、インジウムは酸素との結合解離エネルギーが小さく酸素欠損を容易に生成することから、酸化膜中の電荷密度を安定させにくく、再現性や均一性が低い。電荷密度を安定化させるために、酸化膜のアニール処理および、Si や W など酸素との結合解離エネルギーが高い元素を添加する方法が知られている^[1,2]。本研究では低温プロセスにおける電荷密度の安定化と添加元素依存性を調べ、添加元素により影響を受ける電子輸送メカニズムを議論する。

【実験方法・結果】

トップコンタクト・ボトムゲート構造の薄膜トランジスタ (TFT) を用い、チャネル部分は等物質量の Si または W を添加したアモルファス酸化インジウムを DC マグネトロンスパッタにより成膜した。これらの TFT は作製後、大気中でアニールした (150 ~ 250°C, 20 分)。アニール温度による立ち上がり電圧 (V_{ON}) の変化を Fig. 1 に示す。W 添加の場合は低温においても $V_{ON} \sim 0$ V であるが、Si 添加の場合はアニール温度上昇と共に膜中電荷密度が減少し、 $V_{ON} \sim 0$ V へと近づく。膜中電荷密度はインジウムの酸化度合いにより決まるとすると、添加元素との Gibbs 自由エネルギーの差から酸化のメカニズムを議論できる。また、チャネル酸化膜における電界効果移動度のキャリア密度依存性を Fig. 2 に示す。Si 添加酸化インジウムは、W 添加よりも高い移動度を示した。これは添加元素のイオン半径の違いによる、遮蔽効果の差に由来すると考えられる。

本研究の結果は、酸化インジウム TFT において要求されるプロセス温度に対する添加元素の選択指針を与えるうえで有効である^[3]。

【参考文献】

- [1] S. Aikawa *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 172105 (2013).
- [2] N. Mitoma *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 102103 (2014).
- [3] N. Mitoma *et al.*, submitted.

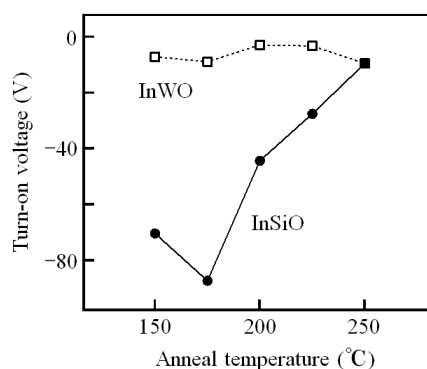


Fig. 1 Changes in turn on voltages with various anneal temperatures.

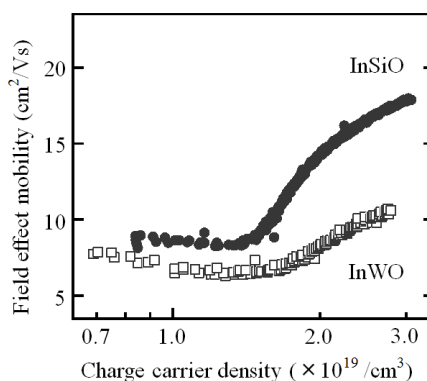


Fig. 2 Field effect mobility of doped amorphous indium oxide TFTs as a function of charge carrier density.