

# 酸化インジウム薄膜への元素添加による結晶性・電気特性制御

(Effects of elemental doping of indium oxide on structural and electrical properties.)

1245110 田中 大貴 Tanaka Daiki

《背景》成膜時の水(H<sub>2</sub>O)導入を行った酸化インジウム (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 膜は高移動度特性が得られることが報告されている[1]。この高移動度特性を維持しながら、キャリア濃度特性の制御も目的として、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ターゲットへの元素 Ga 添加を行った In-Ga-O(IGO)[2]は成膜時の水素(H<sub>2</sub>)導入を行うことで TFT 応用に優れた高移動度・低キャリア濃度特性が得られることが報告されている[3]。このような良好な特性が得られる成膜時の H<sub>2</sub>O や H<sub>2</sub>導入は成膜直後膜を非晶質状態へ制御が可能であり、非晶質状態から固相結晶化した熱処理後膜は粒径が大きく、電荷移動の阻害が少ないことから優れた特性を示す。しかし、このような H<sub>2</sub>O や H<sub>2</sub>導入には装置内の残留ガスの影響や漏洩といった問題点が残る。そこで本研究では、成膜直後膜の非晶質化を目的とした IGO ターゲットへの元素添加(元素 α と表記)が行われた IGO:α ターゲットを用いて、IGO 膜へ元素 α 添加による効果の確認および H<sub>2</sub>導入膜との比較を行うことで成膜直後膜の非晶質化方法の違いによる影響を評価した。

《実験方法》IGO,IGO:α 膜を酸素・水素流量比 R[O<sub>2</sub>]=4%,R[H<sub>2</sub>]=5%の条件で RF マグネトロンスパッタリング法にて 50nm 成膜した後、150°C~350°Cの条件でアニール処理を施し、X 線回折法(XRD)・走査型電子顕微鏡(SEM)観察にて結晶性を、Hall 効果測定にて電気特性評価を行った。

《実験結果》図1に IGO,IGO:α 膜それぞれを H<sub>2</sub>導入(:H)・未導入条件で成膜した直後(as-deposited)および IGO 膜は 250°C、IGO:α 膜は 300°Cで固相結晶化させた後の XRD 測定結果を示す。IGO:α および IGO:H はともに[222]回折ピークが消失しており、as-deposited の非晶質化が確認できる。しかしながら、図2で示す様にそれぞれの結晶化温度から 50°C下げた温度で熱処理を施し、SEM 観察によって結晶核を観察した結果、結晶核は IGO:α よりも IGO:H の方が少なく、非晶質化方法による結晶核密度の違いが確認できた。結晶核密度の低下に伴い、結晶粒径は IGO:α(1095nm)よりも IGO:H(2549nm)の方が大きく、固相結晶化後の移動度は IGO:α が 54.8cm<sup>2</sup>/Vs、IGO:H が 71.7cm<sup>2</sup>/Vs であり、粒径の増大による IGO:H の高移動度特性が確認できる。そこで、IGO:α に H<sub>2</sub>導入を行うことで更なる大粒径を目指した IGO:αH は IGO:H よりも更なる結晶核密度の低下が確認でき、固相結晶化後の粒径も 2720nm と IGO:H よりも大きい。しかし、IGO:αH の固相結晶化後の移動度は 56cm<sup>2</sup>/Vs であり、IGO:H の方が高く、結晶粒の大きさととは反した結果となった。この結果から IGO への元素 α 添加による結晶粒の増大の効果は期待できるが、α 添加は粒内でのキャリア散乱要因となり、移動度の低下を引き起こす可能性が考えられる。

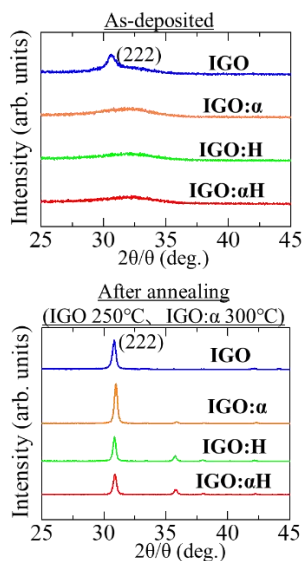


図1: 成膜直後および固相結晶化後の結晶性

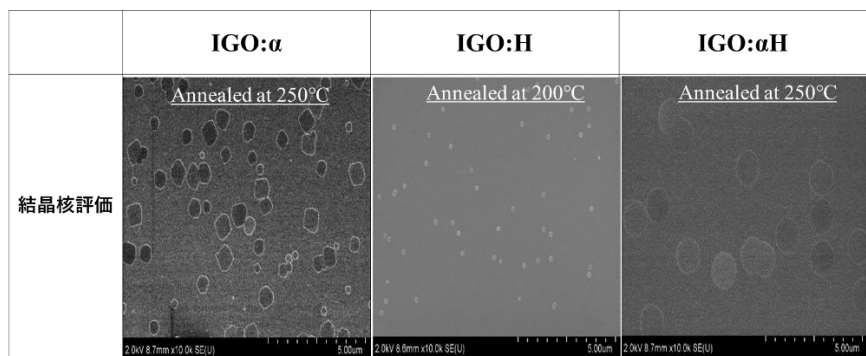


図2: 結晶核密度評価

	固相結晶化後の平均粒径 (nm)	固相結晶化後の移動度 (cm <sup>2</sup> /Vs)
IGO	768	39.8
IGO:α	1095	54.8
IGO:H	2549	71.7
IGO:αH	2720	56

図3: 移動度・キャリア濃度のアニール温度依存性

## 文献

- [1] In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系高移動度透明導電膜 鯉田 崇・藤原裕之・近藤道雄 2007.9.20
- [2] Kazuaki Ebata et al Appl. Phys. Express 5 (2012) 011102
- [3] 松村 俊宏 et al 2020年 ナノテク研シンポジウム