

# 大気中光電子収量分光法による原子比率の異なる InGaZnO 薄膜の仕事関数評価

Work function measurement for InGaZnO thin films with different atomic ratio

using photoelectron yield spectroscopy in air

神戸大院工 <sup>○</sup>渡邊 悠太, 中野渡 俊喜, 服部 吉晃, 北村 雅季

Kobe Univ. <sup>○</sup>Yuta Watanabe, Toshiki Nakanowatari, Yoshiaki Hattori, and Masatoshi Kitamura

E-mail: 215t264t@stu.kobe-u.ac.jp

近年, InGaZnO を半導体層に用いた薄膜トランジスタ(TFT)は, フラットパネルディスプレイに応用され, また, 高移動度, フレキシブルデバイスへ応用可能という点で注目を集めている[1,2]. InGaZnO TFT では, 原子比率 In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 の InGaZnO<sub>4</sub> を半導体層とすることが多い. 他方, InGaZnO の伝導帯は, In の s 軌道が大きく関わっていることから, In の比率を高め InGaZnO TFT の電界効果移動度を向上させる試みもある[3]. このように注目を集める InGaZnO であるが, 単結晶 Si に比べるとそのエネルギーバンド構造については明らかでない点もある. そこで我々は, 金属もしくは酸化物半導体上の InGaZnO<sub>4</sub> 薄膜に注目し, 大気中光電子収量分光法によりそのバンド構造を報告した[4]. 本研究では, AlTi 合金上の InGaZnO<sub>4</sub> 薄膜と In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 薄膜について, 大気中光電子収量分光法により得られたスペクトルより仕事関数を求め, 比較したのでそれについて報告する.

図 1 は作製した試料の断面図である. 熱酸化膜付き n<sup>+</sup>-Si 基板上にスパッタリングにより AlTi 合金を 150 nm 堆積した後, 同装置で連続して In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 膜を形成した. 膜厚は 2, 10, 50 nm とした. 作製した試料について大気中光電子収量分光装置 (理研計器, AC-2) により光電子収量スペクトルを測定し, 試料の仕事関数を評価した. 図 2 に, AlTi 合金上の In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 膜表面からのスペクトルを示す. スペクトルから試料の仕事関数は, In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 膜が 2 nm で 4.2 eV, 10 nm, 50 nm で 4.6 eV と見積もられる. また, SiO<sub>2</sub>/Si 基板に直接 In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> を製膜した場合にも十分な光電子収量を得られた. このことから, 図 2 の光電子は AlTi/In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 界面近傍と In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> からの電子を合算したものであると考えられる.

図 3 に, InGaZnO<sub>4</sub> と In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> の仕事関数を示す. 図より, InGaZnO において, In の比率を大きくすることで, 仕事関数が小さくなることが分かる. InGaZnO<sub>4</sub> と In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> の仕事関数差は膜厚と共に大きくなり, 50 nm では 1.0 eV 以上となった. In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> 50 nm において仕事関数が小さくなったのは, In の比率を大きくすることで, InGaZnO のバンド構造が大きく変化したことが考えられる. このように, 大気中で行える簡便な方法により仕事関数を測定でき, バンド構造を評価できる. この方法は他の材料のバンド構造解析にも応用でき, 電子デバイス応用に向けた新材料探索への利用が期待できる.

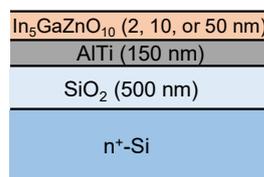


Fig. 1 Cross-section of a In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> substrate

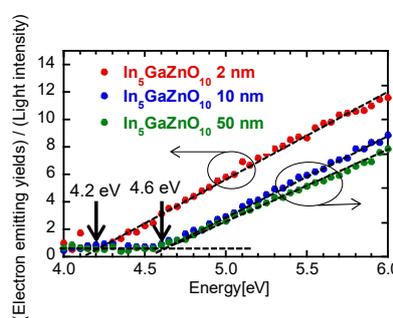


Fig. 2 Photoelectron yield spectra from In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> surfaces

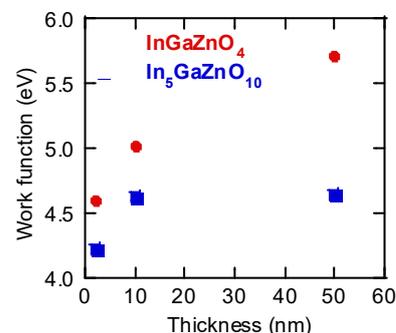


Fig. 3 Work functions measured for InGaZnO<sub>4</sub> and In<sub>5</sub>GaZnO<sub>10</sub> layers

【謝辞】 本研究は, JSPS 科研費基盤 A (21H04655), 基盤 C (21K04195) の助成を受けて遂行された.

【参考文献】 [1] K. Nomura, *et al.*, Nature. **432** 488 (2004). [2] T. Kamiya, *et al.* Sci. Technol. Adv. Mater. **11** 044305 (2010). [3] M. H. Cho, *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces **13** 16628 (2021). [4] 渡邊悠太 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 25p-P01-16 (2022).