

大気中光電子収量分光法による InGaZnO 薄膜のエネルギーバンド構造解析

Energy band structure of InGaZnO thin films analyzed by photoelectron yield spectroscopy in air

神戸大院工 ○渡邊 悠太, 服部 吉晃, 北村 雅季

Kobe Univ. ○Yuta Watanabe, Yoshiaki Hattori, and Masatoshi Kitamura

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

最近では InGaZnO を半導体層に用いた薄膜トランジスタは、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[1-3]. 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、本研究では、金属もしくは酸化物半導体上の InGaZnO 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調べ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⁺-Si 基板上に金属もしくは酸化物半導体を 150 nm 堆積した後、その上にスパッタリングにより InGaZnO₄ (IGZO) 膜を形成した. IGZO 膜の厚さは 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. ここでは例として、AlTi 合金上の IGZO 表面からのスペクトルを示す (図 2). スペクトルから試料の仕事関数は、IGZO が 2 nm で 4.6 eV, 10 nm で 5.0 eV, 50 nm で 5.7 eV と見積もられる. SiO₂/Si 基板に直接 IGZO を製膜した場合には 4.0~6.2 eV の範囲で十分な光電子収量を得られなかったことから、図 2 の光電子は AlTi/IGZO 界面近傍からの電子と考えられる.

金属/半導体接合では、それぞれのフェルミ準位が一致するように半導体のバンドベンディングが起こる. ここで IGZO の伝導帯下端を -5.0 eV, バンドギャップを 3.2 eV と仮定し、得られた仕事関数から AlTi/IGZO 接合のエネルギーバンドを見積もった. 図 3 がそのバンド構造である. 図のように、IGZO 薄膜のフェルミ準位は -5.7 eV であり、AlTi の仕事関数は 4.6 eV より小さいと言える. このように、大気中で行える簡便な測定によりバンド構造が見積もれる. 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.

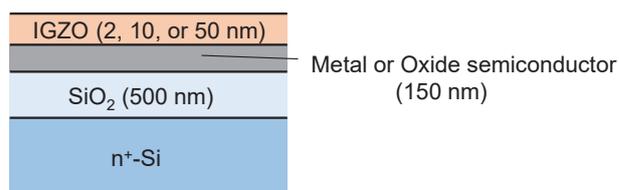


Fig. 1 Cross-section of a IGZO substrate

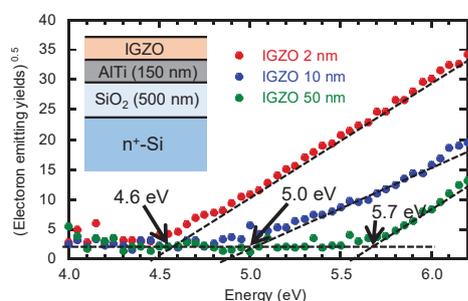


Fig. 2 Photoelectron yield spectra from IGZO surfaces

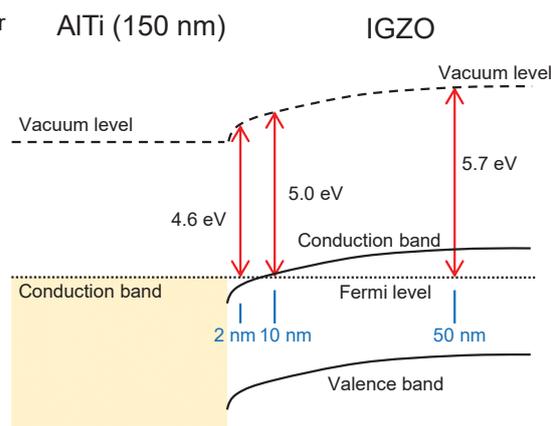


Fig. 3 Energy band diagram expected

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費基盤 B (19H02171), 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] J. H. Na, *et al.* *Appl. Phys. Lett.* **93** 063501 (2008). [3] T. Kamiya, *et al.* *Sci. Technol. Adv. Mater.* **11** 044305 (2010).