GaAs//ITO/Si 接合における GaAs 薄層//ITO 界面の硬 X 線光電子分光評価

HAXPES measurements of GaAs thin film // ITO interfaces for GaAs//ITO/Si junctions.

○ 原 智也 [1]、梁 剣波 [1]、荒木 健次 [2]、神岡 武文 [2]、ソダーバンル ハッサネット [3]、渡辺 健太郎 [3]、杉山 正和 [3]、重川 直輝 [1](1. 大阪市大工、2. 豊田工大、3. 東大工)

○T. Hara[1], J. Liang[1], K. Araki[2], T. Kamioka[2], H. Sodabanlu[3], K. Watanabe[3], M. Sugiyama[3], N. Shigekawa[1](1. Osaka City Univ., 2. Toyota Technol Inst., 3. Univ. of Tokyo)

E-mail: m17tb050@eb.osaka-cu.ac.jp

【はじめに】表面活性化接合 (SAB) 法は、III-V/Si タンデム太陽電池セルの作製 [1] に応用されている。我々は、タンデム太陽電池の低直列抵抗化のために Si ボトムセルのエミッタ上に成膜した ITO 薄膜を中間層として InGaP/GaAs//ITO/Si 3 接合太陽電池を作製し、その特性を報告している [2]。一方で、GaAs//ITO/Si 接合の界面抵抗は熱処理によって増加する [3] ため、さらなる低抵抗界面の実現には GaAs/ITO 界面の微細構造の評価が必要である。本研究では、GaAs 薄層//ITO 界面の硬 X 線光電子分光 (HAXPES) を用いて熱処理による界面の結合状態の変化を評価した。

【実験方法】反応性プラズマ蒸着を用いて厚さ 90 nm の ITO 薄膜を Si(100) 基板上に堆積した。また、GaAs(100) 基板上に MOCVD 法により InGaP 層 (150 nm)、GaAs 層 (800 nm) を順次成長した。これらの基板を用い SAB 法により接合を形成した。熱処理は接合後 GaAs 基板の除去を行う前に 400 °C1 分間、窒素雰囲気中で実施した。その後、GaAs 基板の機械研磨及び選択的ウェットエッチングにより GaAs 薄層 (厚さ ~30 nm)//ITO/Si 接合を形成した。7940 eV の X 線を使用して HAXPES 測定を実施した。同様にして作製した GaAs 薄層 (厚さ ~10 nm)//Si 接合をリファレンス試料として用いた。

【結果と考察】作製した各試料の Ga $2p_{3/2}$ 光電子スペクトルを示す。各試料において GaAs メインピーク (1117.4 eV)、および Ga-O ピーク (1118.1–1118.9) が観察され、400 °C 熱処理後の GaAs//Si 接合において Ga-Si ピーク (1116.8 eV) が観察された [4]。GaAs//Si 界面において 400 °C の熱処理によって Ga-O/Ga-As 強度比が減少するのに対し、GaAs//ITO 界面においては Ga-O/Ga-As 強度比は増加した。この結果から GaAs//ITO 界面において熱処理後 GaAs の酸化が進んでいると判断され、GaAs//ITO/Si 接合の界面抵抗の増加は界面の酸化による影響であることが考えられる。

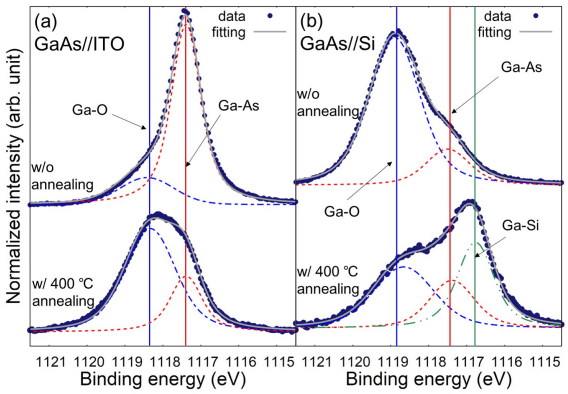

Fig 1. Ga $2p_{3/2}$ core-level spectra as function of the binding energy for (a) GaAs(~30nm)//ITO/Si junctions and (b) GaAs(~10nm)//Si junctions with and without 400 °C annealing.

【謝辞】本研究は NEDO「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」の委託により実施された。また、本研究における硬 X 線電子分光測定は SPring-8(研究課題 2017A1005/BL47XU) を利用した。

[1] N. Shigekawa, et al. Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 08KE03 (2015).

[2] N. Shigekawa, et al. IEEE J. Photovolt. **8**, 879 (2018).

[3] T. Hara, et al. presented in PVSEC-27 3ThPo.117 (2017).

[4] C. L. Hinkle, et al. Appl. Phys. Lett. **94**, 162101 (2009).