

反応性プラズマ蒸着法による ITO/a-Si 界面化学結合状態の 硬 X 線光電子分光法による評価

Evaluation of ITO/a-Si interface chemical bonding states fabricated by reactive plasma deposition using hard X-ray photoemission spectroscopy

西原 達平¹、小島 拓人¹、金井 皓輝¹、松村 英樹²、神岡 武文¹、
大下 祥雄³、安野 聡⁴、廣沢 一郎⁴、小椋 厚志¹
明治大理工¹、北陸先端大²、豊田工大³、高輝度光科学研究センター⁴

T.Nishihara, T.Kojima, H.Kanai, H.Mastumura, T.Kamioka,
Y.Ohshita, S.Yasuno, I.Hirosawa and A.Ogura

(1. Meiji Univ., 2. JAIST, 3. Toyota Tech Inst. 4. JASRI)

e-mail: ce181053@meiji.ac.jp

【背景と目的】ヘテロ接合 Si 太陽電池では、a-Si と電極間に透明導電膜(TCO)が挿入される。TCO として ITO が最も多く用いられており、ITO 膜堆積手法として、スループットの高い反応性プラズマ蒸着 (RPD)法が注目されている。一方、a-Si 上に RPD 法を用いて ITO 膜を堆積した際に発生する a-Si 表面の損傷およびそれに伴う SiO_x 層の形成が懸念される。しかし、ITO/a-Si 界面近傍の化学結合状態の詳細は不明である。本研究では、成膜の際に発生したと考えられる SiO_x 層の深さ方向における分布を角度分解硬 X 線光電子分光法(HAXPES)により評価した。

【実験】Si 基板上に p 型 a-Si を 20 nm CVD 堆積し、さらに 10 nm の ITO 膜を RPD 法で堆積した。堆積後に大気中で 200°C、30 分熱処理を施し、熱処理前後の界面結合状態を評価した。HAXPES 測定では、X 線エネルギーを 7.9 keV とし、試料法線に対し光電子脱出角度 (Take-off-angle:TOA)を 20°, 30°, 40°, 50° および 80°の条件で Si 1s, O 1s, In 3d の内殻スペクトルを測定した。測定は SPring-8 BL46XU (2017A1782, 2017B1909)で実施した。また、同試料の X 線反射率(XRR)測定を行った。X 線源は特性 CuK α 線($\lambda=1.5419\text{\AA}$)を使用した。

【結果】Fig.1 に各 TOA の Si 1s の測定結果を

示す。1839 eV のピークは Si-Si による結合のピークであり、1843 eV のピークは Si-O の結合 (SiO_x)に由来する[1]。熱処理後の Si 1s の測定結果より、TOA が増加するにつれ Si-O 結合に起因するピークが高エネルギー側にシフトした。これは、深さ方向に対して Si の価数が増加したためだと考えられる。これらの分布を評価するために行った XRR の解析結果より、ITO/a-Si 界面に ITO 膜と a-Si 層の混合層が確認できた。

【謝辞】本研究は NEDO の助成を受けて行われた。

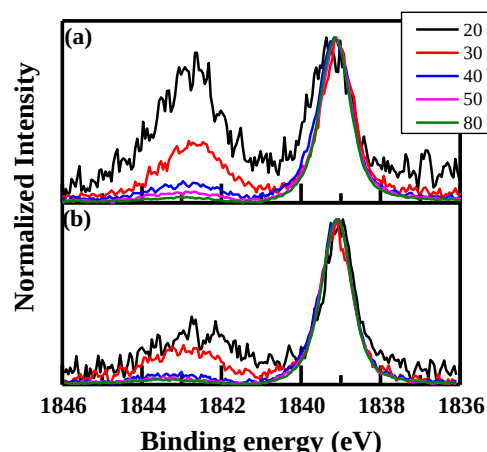


Fig. 1 Si 1s spectra at each TOA

(a) before anneal (b) after anneal

【参考文献】

[1] Igor Pis et al., Appl. Phys. Express **3**, 056701 (2010).