

メスバウア分光によるシリコン太陽電池中の鉄不純物評価

Mössbauer Spectroscopic Evaluations of Fe impurity in Si-solar cells

静岡理工科大, 吉田 豊

Shizuoka Institute of Science and Technology,

Yutaka Yoshida

E-mail: yoshida.yutaka@sist.ac.jp

3 D顕微メスバウア分光マッピング装置[1]は JST 先端計測分析技術・機器開発プロジェクトにより開発された鉄の状態分析に特化した計測技術である。 γ 線の無反跳核共鳴吸収（メスバウア効果）を利用し、観測による系への攪乱を全く与えることなく、1 画像（80×80 ピクセル・数 10 μm 空間分解能）の計測が可能である。3.7GBq ^{57}Co 線源を用い、鉄を故意汚染のない多結晶シリコン太陽電池観察には一つのスペクトル成分に対し 3 日、5 成分で約 2 週間の測定時間が必要である。この技術を利用して、最近、多結晶シリコン太陽電池の鉄汚染を表面近傍 n 層および p 層全域を同時に、しかも異なる格子位置や化学状態を区別し、外部電圧印加時のオペランド観察に初めて成功している[2]。本報告では、このマッピング計測技術の基礎となる多結晶シリコン中の様々な鉄状態を同定するに至ったメスバウア分光による研究結果[3-7]をまとめて紹介する。

1. Y. Ino, H. Soejima, K. Hayakawa, K. Yukihiro, K. Tanaka, H. Fujita, T. Watanabe, K. Ogai, K. Moriguchi, Y. Harada, and Y. Yoshida: Hyperfine Interactions 237, 13 (2016); 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (2016 年 3 月 21 日), “多結晶 Si 太陽電池評価のための顕微メスバウア分光装置の開発”.
2. 小林正, 小粥啓子, 森口幸一, 益田 有, 吉田 豊, “多結晶シリコン太陽電池中の鉄不純物の電圧印加オペランド観察”, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会.
3. Y. Yoshida, S. Horie, K. Niira, K. Fukui and K. Shirasawa, “In-situ observation of iron atoms in multi-crystalline silicon at 1273 K and 300 K by Mossbauer spectroscopy”, Physica B **376-377**, 227-230 (2006).
4. Y. Yoshida, K. Suzuki, Y. Kobayashi, T. Nagatomo, Y. Akiyama, K. Yukihiro, K. Hayakawa, H. Ueno, A. Yoshimi, D. Nagae, K. Asahi and G. Langouche, “ ^{57}Fe Charge State in mc-Si Solar cells under Light Illumination After GeV- Implantation of ^{57}Mn ”, Hyperfine Interactions, **204**, 133-137 (2012).
5. Y. Yoshida, Y. Tsukamoto, M. Ichino, and K. Tanaka, “Direct Observation of Carrier Trapping Processes on Fe impurities in mc-Si Solar Cells”, Solid State Phenomena **205-206**, 40-46 (2014).
6. Y. Yoshida and G. Langouche (Eds.), “Defects and Impurities in Silicon Materials- An Introduction to Atomic-Level Silicon Engineering” in Lecture Note in Physics, (2016), Springer, DOI 10.1007/978-4-431-55800-2; pp. 373, Chapter 8, G. Langouche and Y. Yoshida, “Nuclear Methods to study defects and impurities in Si materials”.
7. Y. Yoshida, T. Watanabe, Y. Ino, M. Kobayashi, I. Takahashi, and N. Usami, “Mössbauer spectroscopic Microscope Study on Diffusion and Segregation of Fe Impurities in mc-Si wafer”, Hyperfine Interactions **240**, 114-121 (2019).