データ科学的手法を用いた多結晶 Si 中の転位発生・伝搬の可視化

Visualization of Dislocation Generation and Propagation in Multicrystalline Silicon by Approach of Data Science

名大院工¹, 名大院情報², 東北大金研³ ^O羽山 優介¹, 松本 哲也², 沓掛 健太朗³, 高橋 勲¹, 工藤 博章², 宇佐美 徳隆¹

Mater. Sci. and Eng., Nagoya Univ.¹, Informatics, Nagoya Univ.², Tohoku Univ.³ °Yusuke Hayama¹, Tetsuya Matsumoto², Kentaro Kutsukake³, Isao Takahashi¹, Hiroaki Kudo², Noritaka Usami¹

E-mail: hayama.yuusuke@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

多結晶 Si 太陽電池は、低コスト製造が可能 なことから、近年太陽電池生産の多くを占めて いる。一方で、多結晶 Si は結晶成長中の欠陥 発生が課題となっており、単結晶 Si に比べて 結晶品質が悪い。多結晶 Si 中の欠陥(転位) を減らす試みは、これまで数多く行われ、一定 の成果を上げてきたが[1]、転位発生の根本的 なメカニズムは未だ解明されていない。この理 由は、多結晶組織の複雑さにある。多結晶 Si は、隣接する結晶粒によって転位発生の有無が 変化するが[2]、結晶粒の組み合わせは無数に あるため、従来の手法では転位発生メカニズム を解明することは極めて困難である。そこで、 本研究では転位発生メカニズムの解明を目指 し、転位の発生・伝播事例を網羅的に抽出する データ科学的手法の導入を試みた。

本研究では、同一の多結晶 Si インゴットか ら切り出された 156mm×156mm×180µm の as-slice ウェハを複数枚用いた。浜松ホトニク ス製 EPL-100S により PL イメージング測定を 行った(Fig. 1 (a))。測定した画像は OpenCV に よって、平滑化処理を施し、アンシャープマス クによって転位領域を強調した(Fig. 1 (b))。ま た、転位領域の候補として,暗部領域を閾値処 理することにより抽出した(Fig. 1 (c)赤色領域)。 閾値処理を施した PL イメージ系列を観察し、 転位の発生源をもつ層を特定した。

PL イメージに画像処理を施すことで、転位 領域の可視性を向上させることを実現した. Fig. 2 に示すように、転位の発生源として画像 認識された点が(Fig. 2 (a))、その後上層に向か って転位が伝搬し、拡大する様子を効率的に追 跡可能である. (Fig. 2 (b), (c))。

今後は、このような点を多数抽出し、機械学習 させることで、転位発生源を効率的に特徴づけ ていく予定である。



Fig. 1 PL image after image processing (a) raw data, (b) filtered image, (c) thresholded image



Fig. 2 Propagation of dislocation (a) generation source, (b) middle layer, (c) upper layer

[1] Y. M. Yang, *et al.* Prog. Photovolt. Res. Appl. **23** (2015) 340

[2] I. Takahashi, et al. Appl. Phys. Express 8 (2015) 105501