

画像処理によるフォトルミネッセンス画像における 転位クラスターの検出とその最適化

Optimization of Detection of Dislocation Clusters in the Photoluminescence Image by Image Processing

○田島 和哉¹, 羽山 優介¹, 村松 哲郎¹, 沓掛 健太郎², 松本 哲也³,
工藤 博章³, 宇佐美 徳隆¹ (1.名大院工, 2.名大未来社会創造機構, 3.名大院情報)

○Kazuya Tajima¹, Yusuke Hayama¹, Tetsuro Muramatsu¹, Kentaro Kutsukake²,

Tetsuya Matsumoto³, Hiroaki Kudo³, Noritaka Usami¹

(¹Graduate School of Engineering, Nagoya University, ²Institutes of Innovation for Future Society,
Nagoya University, ³Graduate School of Informatics, Nagoya University)

E-mail: tajima.kazuya@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】近年、太陽電池用多結晶シリコンの製造割合は増加し続けている。多結晶シリコン中の結晶欠陥は太陽電池の変換効率に大きな影響を与え、特に転位クラスターは変換効率を下げる主要因となっている。よって、太陽電池の高効率化に向け、低い転位密度を達成するためには、結晶成長中の転位クラスターの発生・伝播を制御することが重要である。しかし、転位の発生・消滅点をエッチング法といった従来の実験手法で網羅的に検出するには膨大な時間と労力を要する。一方、フォトルミネッセンス(PL)イメージングは、ウェーハ全体を非破壊的に数秒で測定することができる。さらに画像処理を施した多数の画像を積層することで、インゴット中の多結晶組織や転位クラスターの3次元可視化が可能[1]であり、結晶成長メカニズム解明の重要なツールとなる。本研究では、画像処理後のPL画像とエッチング後の光学画像を比較することにより、転位クラスターの検出法の最適化を試みた。

【実験方法】工業的に生産されたハイパフォーマンス多結晶シリコンを156 mm×156 mm×180 μmにスライスしたものをPLイメージング(EPL-100s, 浜松ホトニクス)を用いて測定し、Fig. 1に示す画像処理を行った。次にウェーハをSecco エッチング[2]し、ImageJのTrainable Weka Segmentation [3]を用いてエッチピットを抽出した。

【結果と考察】Fig. 2は閾値処理されたPL画像を示し、転位クラスターと思われる領域が赤く示されている。Fig. 3はSecco エッチング後の光学画像を示し、エッチピット領域が緑色で示されている。各画像における色付き領域の一致率を算出し、極大値を1.0として正規化したものをFig. 4に示す。Fig. 4より、最適な閾値処理パラメーターが存在することがわかる。本研究で得られた閾値処理パラメーターを用いることで、多結晶シリコン中の転位クラスターの挙動を容易に観察できることが期待される。本研究は、JST CREST (JP MJCR17J1)の支援を受けたものです。

【参考文献】[1] Y. Hayama, *et al.* 1TuO1.4, PVSEC-27, Otsu, Japan, November 2017

[2] F. Secco d'Aragona, J. Electrochem. Soc. 119, 948 (1972).

[3] <https://imagej.net/Fiji>

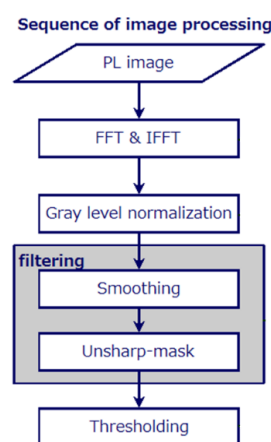


Fig. 1 Flowchart of image processing

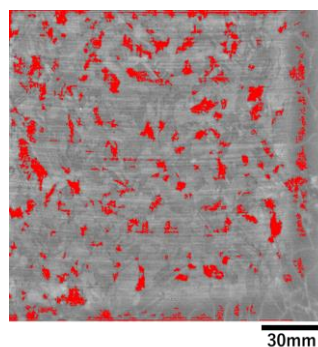


Fig. 2 Processed PL images

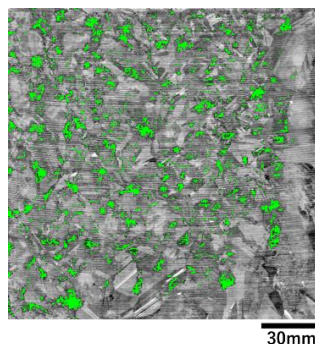


Fig. 3 Optical image after Secco etching.

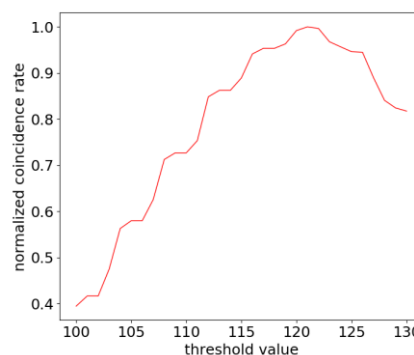


Fig. 4 Normalized coincidence rate vs threshold value