

サブピクセルシフトによる PL イメージングの空間分解能の向上

High spatial resolution photoluminescence imaging by subpixel shift

竹内 公一¹, 沓掛 健太郎², 小島 拓人³, 工藤 博章³, 松本 哲也³, 宇佐美 徳隆¹

1.名大院工, 2.理研 AIP, 3.名大院情報

Koichi Takeuchi¹, Kentaro Kutsukake², Takuto Kojima³, Hiroaki Kudo³, Tetsuya Matsumoto³,
Noritaka Usami¹ ¹ Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ² AIP, RIKEN, ³ Grad. Sch. Inf., Nagoya Univ.

E-mail:kentaro.kutsukake@riken.jp

【緒言】多結晶 Si は太陽電池基板材料の生産割合の多くを占める。多結晶 Si は様々な結晶欠陥を含むが、特に転位クラスターは太陽電池変換効率を下げる主要な結晶欠陥である。転位クラスターを検出する方法として、ウェーハ全体に均一に励起光を照射し、フォトルミネッセンス(PL)の強度分布をカメラで取得する PL イメージングが多く用いられている。しかし、ウェーハ全体を撮影する場合はカメラの画素数による空間分解能の限界があり、またカメラを近づけて分解能を上げる場合も、装置構造による制限やピクセル当たりの PL の低下による S/N 比悪化の問題がある。本研究では、ウェーハ位置をサブピクセルシフトさせて撮影し、画像処理を行うことで、カメラを近づけることなく PL 画像の高空間分解能化を試みた。

【研究方法】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 にスライスしたウェーハを PL イメージング(EPL-100s, 浜松ホトニクス)を用いて撮影した。さらに図 1 のように、ウェーハを x、y、x-y 方向に 0.5 ピクセル分(約 152 μm) 移動させてそれぞれ撮影し、画像処理を用いて統合することで分解能を 2×2 倍に向上させた。

【結果と考察】図 2 はそれぞれ、(a)得られた PL 画像の元データ、(b)ウェーハをサブピクセルシフトさせ画像処理を行い、空間分解能を 2×2 倍に向上させた画像、(c)カメラを 2 倍に近づけ、空間分解能を 2×2 倍に向上させた画像を示す。(a)では粒界部分や転位クラスターの輪郭がピクセル形状を反映して不連続であるのに対して、(b)では輪郭がより連続的である。また転位クラスター内部のコントラストの粗密も、(b)はより明瞭であり、ピクセルシフトによって空間分解能が向上したことがわかる。(c)との比較では、(b)は(c)に平均化フィルタをかけたような画像であることが分かる。したがって、細かなノイズは除去される一方で、コントラストのエッジはなまっており、ピクセルシフトによる画像の使用にはこれらの特徴への注意が必要である。

謝辞：本研究は、科研費(16H03856)、JST CREST (JP MJCR17J1)の支援を受けたものです。

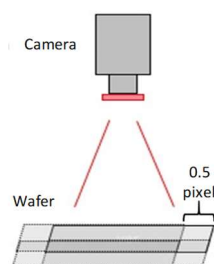


Fig.1 PL imaging.

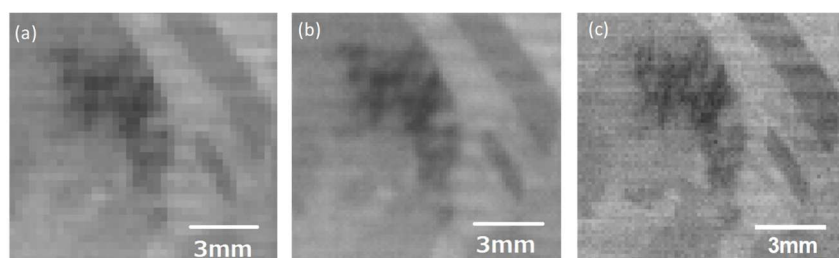


Fig.2 (a) Raw image. (b) High-res image (2×2) by pixel shift. (c) High-res image (2×2) by moving the camera closer.