

太陽電池用多結晶 Si における小角粒界のフォトルミネッセンス解析

Photoluminescence Analysis around Small-Angle Grain Boundaries in Multicrystalline Silicon Wafers for Solar Cells

JAXA 宇宙研¹, 明治大², 新日鐵住金³, 日鐵テクノリサーチ⁴°加藤 言^{1,2}, 岡山 太^{1,2}, 徳丸 慎司³, 佐藤 力樹⁴, 豊田裕之¹, 田島 道夫^{1,2}, 小椋 厚志²ISAS/JAXA¹, Meiji Univ.², NSSMC³, NSTR⁴°G. Kato^{1,2}, F. Okayama^{1,2}, S. Tokumaru³, R. Sato⁴, H. Toyota¹, M. Tajima^{1,2}, A. Ogura²

E-mail: kato@sce.isas.jaxa.jp

【序】 太陽電池用多結晶 Si 中の小角粒界は、小数キャリア再結合センターとして働き、品質を低下させる。本研究では、凝固速度を変えた試料における小角粒界と酸素析出の相関を調べた。

【実験方法】 高速凝固および低速凝固によって成長させた 2 つのインゴットから、成長方向に連続して切り出した多結晶 Si ウエハーに対し、室温において Nd:YVO₄ レーザー(波長: 532 nm, ビーム径: 約 10 μm)を励起源とし、バンド端(BE)および深い準位のフォトルミネッセンス(PL)を誘起し、ウエハー上の強度マッピング測定を行った。

【結果】 高速凝固ウエハーの BE 発光(1.1 eV)マッピングでは、Fig. 1 に示すように、暗線の密集する部分が観測され、そのパターンは成長方向に伝搬しており、小角粒界が捉えられている¹⁾。同図で、暗線(小角粒界)が高密度に存在する領域(a)と低密度に存在する領域(b)において、酸素析出起因とされている D_b 発光(0.87 eV)¹⁾を比較した結果、小角粒界の一部は明線として観測され、その強度が(a)の領域で弱く、(b)の領域で強いという明瞭な差が認められた。これは、小角粒界が酸素析出核として働き、密度のより高い(a)領域では酸素の奪い合いにより析出の成長が抑えられた結果、酸素析出起因の D_b 発光が弱くなったと推測される。

いっぽう低速凝固ウエハーにおいては、小角粒界密集部は減少するが、高密度領域と低密度領域での D_b 発光の強度パターンには、高速凝

固の場合と同様の差が観測された。ただし高速凝固に比べ、D_b 発光には強い粒状のパターンがより多く観測された。これは、低速凝固では結晶が高温環境に滞在する時間が長く、酸素析出が促進したことに起因すると推察される。

また D_b 発光の起源を調べるため、粒状の D_b 発光パターンがとくに強く観測された箇所に対して FIB-TOF-SIMS 測定を行った結果、他の箇所比べて明らかに高濃度の酸素原子が検出された。これは D_b 発光が酸素析出起因の発光であることを裏付ける有力な証拠と考えられる。

【謝辞】 JAXA 宇宙研/明治大が担当した研究の一部は経済産業省のもと、NEDO から委託され、実施したもので関係各位に感謝する。

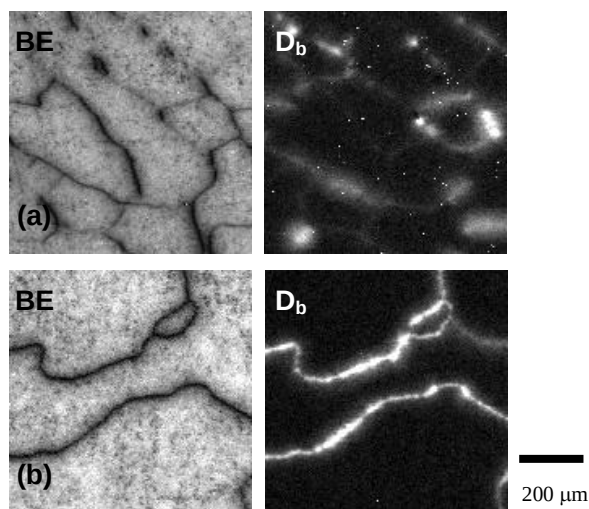
1) H. Sugimoto *et al.*: J. Appl. Phys. **102**, 054506 (2007).2) M. Tajima *et al.*: J. Appl. Phys. **111**, 113523 (2012).

Fig. 1. PL mappings of BE and D_b bands on regions with (a) high and (b) low density of small-angle grain boundaries in mc-Si.