

PL イメージングによるモノライク Si 中の転位分布の評価

Dislocations in mono-like Si observed by PL imaging method

東北大金研¹, JST さきがけ², 名大院工³ ○二宮駿也¹, 沓掛健太朗^{1, 2}, 大野裕¹,徳本有紀¹, 宇佐美德隆³, 米永一郎¹Tohoku Univ.¹, JST PRESTO², Nagoya Univ.³ ○ Shunya Ninomiya¹, Kentaro Kutsukake²,Yutaka Ohno¹, Yuki Tokumoto¹, Noritaka Usami³, Ichiro Yonenaga¹

E-mail: s.ninomiya@imr.tohoku.ac.jp

【背景・目的】近年、太陽電池用の結晶 Si インゴットの新しい結晶成長としてモノライク法が注目され、研究開発が進められている。その中でモノライク Si の課題も明らかになってきた。その 1 つが、結晶成長過程でシード境界に形成される粒界から発生し、増殖する転位の密度を低減させることである。本研究はこれらの転位の発生機構を解明することを目的とし、モノライクで育成した Si インゴット中の転位分布を PL イメージングを用いて調べた。

【実験方法】モノライク Si インゴット(10cm 角、成長高さ 4cm)は 16 分割したシードを用いて育成された。このインゴットでは縦横 3 本ずつのシード境界に $\Sigma 5$ 方位関係の粒界が形成された。このインゴットから育成方向に垂直に 0.5mm 間隔でウエハを切り出した。PL イメージは、切り出したままのウエハについて 810nm の励起光照射時の PL 強度分布を InGaAs カメラにより求めた。

【結果と考察】図 1 はシードからの距離(a)0.5cm、(b)1.5cm、(c)2cm のウエハの PL イメージを示す。シードの境界から伸びた粒界は直線的な黒いコントラストとして観察される。その他に、粒界の周囲で黒い曲線のコントラストが観察され、これらの多くは転位に起因すると考えられる。これらの転位はシードから離れたウエハ程その分布が広がっていた。このことから、転位の多くがシード境界で形成されている粒界から発生して、結晶成長とともに結晶内部へ広がると推定される。また、転位が粒界の片側にだけ発生する箇所や、転位が発生しない箇所も存在した。ここで興味深い現象として、転位が発生していない粒界の周囲で PL 強度が低下することが観察された。これは転位による金属不純物ゲッタリングによって説明され、転位の発生が少ない粒界の周囲では、転位による不純物ゲッタリングが作用しないためキャリアライフタイムが相対的に低く、結果として PL 強度も低いと考えられる。シードに最も近いウエハ(a)において、この現象は顕著であり、シードに近い程不純物濃度が高く、かつ結晶化後の高温での保持時間が長いと考えられる。またウエハ(c)の円で囲んだ領域では粒界に沿わない黒いコントラストが観察された。この黒いコントラストに対応する位置では、SEM-EDX による組成分析で窒素が検出されたことから、 Si_3N_4 の析出物の存在が示唆された。

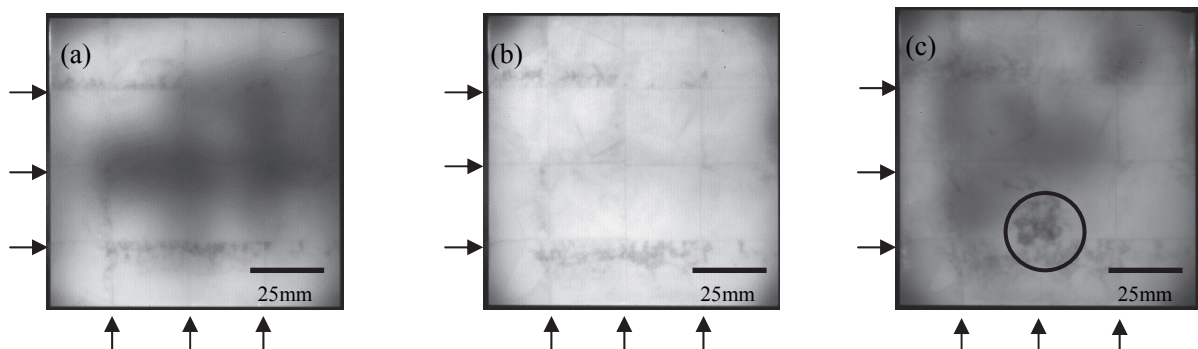


図 1 シードからの距離が(a)0.5cm、(b)1.5cm、(c)2cm のウエハの PL イメージ(矢印は粒界を示す。)