



太陽電池用 Si インゴットの不純物分析

羽山優介¹、高橋勲¹、宇佐美徳隆¹

¹名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻

1. 背景と研究目的

太陽電池用材料として最も多く利用されている結晶 Si は、地殻中に多く含まれ枯渇の心配が無く、またバンドギャップが約 1.1 eV と低コスト・高効率な太陽電池として適している。結晶 Si は、さらに単結晶と多結晶に大別されるが、生産性の良い多結晶が実用太陽電池用材料として主流となっている。一方で、多結晶 Si の製造は大型るつぼを用いるが、大型るつぼに含まれる鉄などの不純物が、結晶成長中に Si 中に拡散することにより、太陽電池品質の低下を招いている。したがって、多結晶 Si 中に含まれる不純物を効果的に減らす事が重要となっている。そこで我々は、転位や粒界などの結晶欠陥層が、不純物を捕獲する現象[1]に着目し、結晶成長後の熱処理が欠陥層を用いた不純物低減にどれほど効果的であるかを、あいちシンクロトロン光センターにて検証した。

2. 実験内容

熱処理が結晶 Si 中の不純物分布に与える影響を、高転位密度領域と低転位密度領域において、蛍光 X 線測定 (XRF) を行うことで評価した。また、XAFS 測定により、不純物の化学状態測定を試みた。実験方法に関しては、[2]の論文を参考に行った。熱処理温度は 600 °C とした。また、実験では主に鉄を測定対象とした。

3. 結果および考察

Fig. 1 は、熱処理後の高密度転位領域と低転位密度領域における蛍光 X 線分析の結果を示す。この図において 5.4 keV、5.9 keV、6.4 keV、7.5 keV 付近に見られるピークは、それぞれ、Cr:K α 、Mn:K α 、Fe:K α 、Ni:K α である。この図から、低転位密度領域に比べ、高転位密度領域において、各種不純物の積算値が多い事がわかる。これは、熱処理により不純物が欠陥層に多く捕獲されたためであると考えられる。以上から、太陽電池用結晶 Si において、欠陥層を用いた熱処理による不純物低減は有効であることを示した。また、熱処理方法によって、不純物分布を制御できる可能性を示した。一方で、熱処理後の鉄の化学状態を調べるため XAFS 測定を行ったが、検出できなかった。これは、試料中に含まれる鉄の量が極微量であることや結晶 Si 中で X 線が回折してしまうためであったと考えられる。

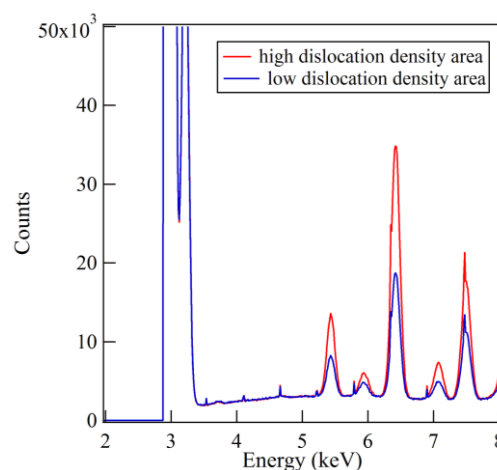


Fig. 1 熱処理後の高密度転位領域と低転位密度領域における蛍光 X 線分析データ

4. 参考文献

[1] AnYao Liu, *et al.* "Investigating internal gettering of iron at grain boundaries in multicrystalline silicon via photoluminescence imaging." *IEEE Journal of Photovoltaics* **2.4** (2012): 479-484.

[2] Tonio Buonassisi, *et al.* "Synchrotron-based investigations of the nature and impact of iron contamination in multicrystalline silicon solar cells." *Journal of Applied Physics* **97.7** (2005): 074901.