

熱処理の冷却過程の違いによる太陽電池用単結晶シリコン中の酸素析出への影響

Effect of the cooling process of thermal annealing on the oxygen precipitation

in single-crystalline silicon for solar cells

明治大¹, 神奈川県産業技術センター²°中山椋平^{1,2}, 小椋厚志¹, 小野春彦^{2,1}Meiji Univ.¹, Kanagawa Ind. Tech. Center²R.Nakayama^{1,2}, A.Ogura¹, H.Ono^{2,1}

ce61055@meiji.ac.jp

[序論]太陽電池のさらなる高効率化に向けて、単結晶シリコンが注目されている。単結晶シリコン中に結晶成長時に混入する酸素は、太陽電池の熱プロセス中に析出し、ライフタイムを低下させる。そのため、太陽電池の高効率化のためには、酸素析出物の制御が必須である。熱処理による酸素析出の挙動については、これまでに多くの研究がなされてきたが、熱処理後の冷却過程が酸素析出に及ぼす影響については、必ずしも明らかになっていない。我々は、熱処理後の冷却過程中の酸素に着目し、熱処理後の冷却速度を変化させ、フーリエ変換赤外分光法 (FTIR) を用いて、冷却過程の違いによる酸素析出への影響を調べた。

[実験方法] 酸素濃度、炭素濃度、ドーパントの種類が異なる4種類の太陽電池用単結晶シリコンから10×10×1 mmの試料を切り出し、以下の熱処理を行った。まず、結晶成長中に形成された酸素析出核を分解するために、1200 °C 5分の前熱処理を行った。次に、冷却過程の違いによる酸素析出への影響を調べるために、1200 °C から室温までの冷却速度を変えた。冷却速度を40-200 °C/minとし、また、冷却途中で400-700 °Cの温度に15分間保持する実験を行った。これらの熱処理の冷却過程に形成された酸素析出核の状況を見るために、さらに酸素析出を促進させる1000 °C 16hの後熱処理を加えた。すべての熱処理は、Ar雰囲気中で4種類の試料を同時に行った。

熱処理前後の赤外吸収スペクトルをFTIRで測定した。

[結果] 後熱処理後の酸素析出物(1225 cm⁻¹)のピーク強度をFig. 1に示す。初期酸素濃度が低い試料は、酸素析出量がわずかであるが、いずれの試料でも、冷却保持温度が低温ほど、析出量が多い傾向が見られた。また、初期酸素濃度が高い試料は、冷却保持温度により酸素析出量に違いがあり、結晶の種類や場所によって異なる挙動を示した。さらに、酸素析出量は、冷却速度によっても異なり、結晶の種類や基板面内の場所によってその挙動が異なることがわかった。

以上の結果、結晶の素性や冷却速度によって、異なる酸素析出核の形成機構が存在することが明らかになった。酸素析出を精度よく制御するためには、熱処理プロセス後の冷却過程も考慮する必要がある。

[謝辞] 本研究の一部は、NEDOからの委託により実施したもので、関係各位に感謝します。

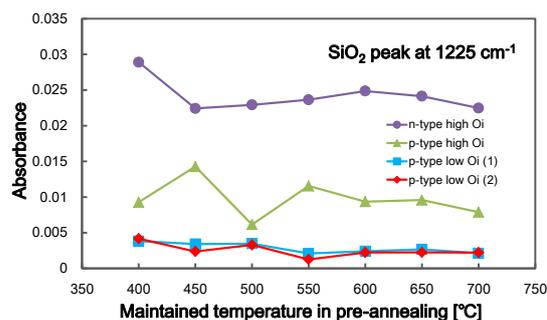


Fig.1 oxygen precipitation after two-step annealing