

多結晶シリコン中の粒界上に形成された酸素・窒素析出物 Oxygen and Nitrogen Precipitates Distributed on Grain Boundaries in Multicrystalline Silicon

明治大学¹, 神奈川県産業技術センター²

宇野 匠^{1,2}, 小椋 厚志¹, 小野 春彦^{2,1} (1. 明治大、2. 神奈川県産技セ)

°Takumi Uno^{1,2}, Atsushi Ogura¹, and Haruhiko Ono^{2,1} (1.Meiji Univ., 2.Kanagawa Ind. Tech. Center)

Email: ce41015@meiji.ac.jp

[はじめに]

結晶シリコン太陽電池の性能向上のためには、析出物や結晶粒界を制御することが必須である。キャスト法で作製された多結晶シリコン (mc-Si) には、酸素や窒素が混入している。我々は酸素析出物 (SiO₂) がランダム粒界周辺に存在することを明らかにしてきた[1]。一方、窒素もmc-Si中で窒素析出物 (Si₃N₄) となるが、酸素や粒界との関係は必ずしも明らかでない。本研究では、mc-Si中に存在する、酸素、窒素析出物に着目し、粒界との関係について調べた。

[実験方法]

キャスト法で作製された直径100 mmのp型Siインゴットを横切りにし、両面鏡面研磨を施して、厚さ0.40 mmの試料を準備した。EBSPにより、粒界の位置を確認し、μ-FTIRによる析出物の赤外吸収積分強度分布と比較した。次に、試料にエッチング (HF+HNO₃) を施し、窒素析出物と粒界を現出させた。粒界上と粒界外に存在する析出物を、EDXとFTIRを用いて、それぞれ詳しく分析した。

[結果]

EBSPとμ-FTIRとの比較から、ランダム粒界周辺にSi₃N₄析出物が存在することを確認した。赤外吸収スペクトルから得られたSi₃N₄の積分強度分布をFig. 1に示す。SEM-EDXで分析した結果、ランダム粒界上に窒素は、1 μm以内の範囲に凝集されていることがわかった。

粒界上のSi₃N₄析出物の近傍で、より詳細なFTIR測定を行った結果、Fig. 2の上のスペクトルに示すように、850 ~ 950 cm⁻¹付近にSi₃N₄に關与する3つの鋭いピークと、1080

cm⁻¹付近にSiO₂のピークが見られた。すなわち、ランダム粒界上にSi₃N₄とSiO₂が共に存在していることがわかる。一方、粒界から離れた場所にも、数十 μmのSi₃N₄析出物[2]を確認した。この析出物の赤外吸収スペクトルは、Fig. 2の下に示すように、850 ~ 950 cm⁻¹付近に窒素析出物のブロードなピークのみが見られ、SiO₂は観測されなかった。

これらの結果より、粒界外では窒素析出物が単独で形成されるのに対し、ランダム粒界上では窒素析出物と酸素析出物の両方が形成されることが明らかになった。

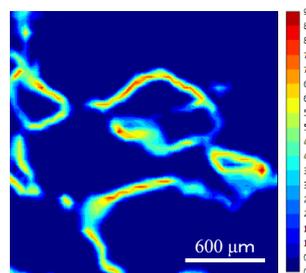


Fig. 1 Si₃N₄析出物の赤外吸収強度分布

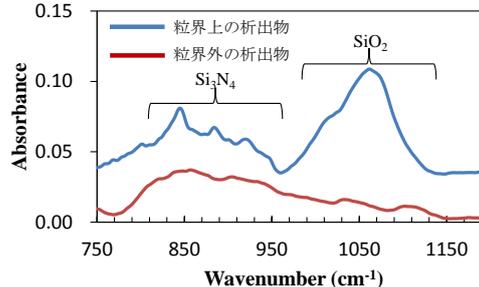


Fig. 2 赤外吸収スペクトル

[謝辞]本研究の一部はNEDOの助成を受けて実施された。

[1]宇野他,2014年第75回秋季応物,18p-A25-8

[2]A. K. Søliland, et. al., Mater. Sci. Semicond. Proc. 7 (2004) 39.