

高純度 α -石英の γ 線照射による欠陥形成

γ -ray-induced defect formation in high-purity α -quartz

梶原 浩一
Koichi KAJIHARA

首都大学東京(現 東京都立大学) 大学院都市環境科学研究科 環境応用化学域

(概要) 不純物をほとんど含まない高純度 α -石英に高線量の ^{60}Co γ 線を照射し、真性欠陥過程を調べた。金属不純物由来の光吸収帯がほとんど生じない一方、真性欠陥過程である Si-O-Si 結合から O がはずれて Si-Si 結合が形成される Frenkel 過程が観察されたが、Si-Si 結合の生成量は前回用いた高純度 α -石英より低かった。この結果は、高純度 α -石英での Frenkel 過程に試料中の微量金属不純物が関与している可能性を示唆しており、この過程が単純な真性過程であるとしてきたこれまでの解釈が変更を迫られる可能性がある。

キーワード : 高純度 α -石英、真性欠陥過程

1. 目的

赤外域から深紫外域にわたる広い透明領域を有し、化学的に安定で、かつ大きな結晶が容易に入手できる典型元素の結晶性酸化物である α -石英は、酸化物での照射欠陥形成を調べるうえで重要なモデル物質である。しかし、従来の α -石英は Al や Na などの金属不純物濃度が高く、不純物によらない欠陥形成を調べるのが困難であった。本実験では、近年開発された金属不純物をほとんど含まない高純度 α -石英を用い、不純物によらない真性欠陥過程を調べることを目的とした。高純度合成 α -石英への照射は過去に実施(課題 2011B-C02) [1, 2] しており、Si-O-Si 結合から O が弾き出される Frenkel 過程が進行することが見出されたが、微量の不純物が関与している可能性を否定できなかった。今回用いる試料はより高純度の合成 α -石英であり、前回よりも良好な照射耐性が示される可能性がある。照射耐性の向上が確認できれば、得られた知見は高強度レーザーや放射線に対する照射耐性の高い α -石英の開発などにも活用することができ、実用面でも有用性が高い。

2. 実施方法

両面光学研磨した高純度 α -石英に 6 通りの異なった線量で ^{60}Co γ 線照射を行った。照射後、試料の可視・紫外・真空紫外光吸収測定を行った。また、赤外発光測定によって Frenkel 過程によって生成する可能性のある格子間酸素分子の有無を調べた。

3. 結果及び考察、今後の展開等

前回(課題 2011B-C02)の結果[1]と同様、高純度 α -石英は、 ^{60}Co γ 線照射後も無色であり、金属不純物による可視吸収はほとんどみられなかった。また、真空紫外光吸収測定によって、Si-O-Si 結合から O がはずれて形成される Si-Si 結合に帰属される 7.6 eV 光吸収帯が生じ、その強度が照射線量とともに増大すること、これ以外の光吸収はほとんど生じないことが確認された。また、今回用いた試料で生成した Si-Si 結合の濃度は前回の実験で用いた試料より低かった。この結果は、高純度 α -石英での Si-Si 結合(Frenkel 過程)の形成に微量に残留している金属不純物が関与している可能性を示唆しており、この過程が単純な真性過程であるとしてきたこれまでの解釈[1]が変更を迫られる可能性がある。

4. 引用(参照)文献等

- [1] K. Kajihara, L. Skuja, H. Hosono, Formation and annihilation of intrinsic defects induced by electronic excitation in high-purity crystalline SiO_2 , *J. Appl. Phys.* **113**, 143511 (2013).
[2] K. Kajihara, L. Skuja, H. Hosono, Inhomogeneous broadening and peak shift of the 7.6eV optical absorption band of oxygen vacancies in SiO_2 , *AIP Conf. Proc.* **1624**, 58-63 (2014).