

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 浩一¹⁾

Koichi KAJIHARA

¹⁾首都大学東京 都市環境学部 分子応用化学コース

不純物をほとんど含まない高純度 α -石英に高線量の⁶⁰Co γ 線を照射し、その真性欠陥過程を調べた。Si-Si結合が照射時間とともに増加すること、天然石英を原料とした α -石英にみられる金属不純物由来の光吸収帯がほとんど生じないことが確認された。この結果は、Si-O-Si結合から0がはずれるFrenkel機構が主な欠陥形成過程であること、この過程が、粒子照射によらない高密度電子励起によって、Si-O-Si結合に歪がなく、かつ不純物をほとんど含まない高純度 α -石英でも進行することが実証された。

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 -石英は天然石英を原料とするため、AlやNaなどの金属不純物を含んでおり、不純物によらない欠陥形成を調べるのが困難であった。今回の実験では、近年開発された、精製したシリカを原料とするため金属不純物をほとんど含まない高純度 α -石英を用い、不純物に妨害されずに真性欠陥過程を調べることを目的とした。

2. 方法

両面光学研磨した高純度 α -石英に3通りの異なった線量で⁶⁰Co 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. 研究成果

通常、 α -石英は天然石英を原料として合成され、AlやNaなどの金属不純物を含んでいるため、照射によって可視紫外域にブロードな吸収を生じて着色する。一方、今回用いた高純度 α -石英は、⁶⁰Co γ 線照射後も無色であった。光吸収測定によって、Si-O-Si結合から0がはずれて形成されるSi-Si結合に帰属される7.6eV光吸収帯が生じ、その強度が照射時間とともに増大すること、7.6eV光吸収帯以外の光吸収はほとんど生じていないことが確認された。この結果より、Si-Si結合の形成が不純物の関与しない真性過程であること、この過程(Frenkel過程)はSi-O-Si結合にひずみのない α -石英でも進行することが初めて明確となった。一方で、格子間酸素分子(O₂)の生成は確認できなかった。非晶質SiO₂である高純度シリカガラスでは、Si-Si結合の生成は格子間O₂の形成を伴う[1-3]。一方で、格子間O₂が生成するためには、Si-O-Si結合からはずれた0が二量化する必要があるが、 α -石英ではこの二量化が抑制されていることが示唆される。

4. 結論・考察

高純度試料を用いることで、電子励起による α -石英の真性欠陥過程を明らかにすることができた。

5. 引用(参照)文献等

- [1] K. Kajihara, M. Hirano, L. Skuja, H. Hosono, Chem. Lett. 36, 266 (2007)
- [2] K. Kajihara, M. Hirano, L. Skuja, H. Hosono, Phys. Rev. B 78, 094201 (2008)
- [3] K. Kajihara, M. Hirano, L. Skuja, H. Hosono, Mater. Sci. Eng. B 161, 96 (2009)