

非晶質および結晶質シリカの γ 線照射による欠陥形成

Defect formation in amorphous and crystalline silica by gamma irradiation

梶原 浩一^{1) 2)} 平野 正浩^{1) 3)} 細野 秀雄^{1) 3)}

Koichi KAJIHARA Masahiro HIRANO Hideo HOSONO

¹⁾ 科学技術振興機構 ²⁾ 首都大学東京 ³⁾ 東京工業大学

γ 線照射したシリカガラスでの真性欠陥形成の主過程は、Si-O-Si結合からOがはずれSi-Si結合ができるFrenkel機構であり、その欠陥形成量は照射線量に対して飽和することが分かった。この結果は、欠陥の前駆体サイトが大きく歪んだSi-O-Si結合であることを示唆する。

キーワード：シリカガラス、高密度電子励起、真性欠陥形成

(1行あける)

1. 目的

組成の違うシリカガラス、熱処理温度を変えることで歪んだSi-O-Si結合の濃度を変化させたシリカガラス、および α -石英を γ 線照射によって高密度電子励起する。このときの欠陥形成の起こりやすさを調べ、これら化学式SiO₂で表される化合物での、不純物を起源としない本質的な欠陥形成(真性欠陥形成)の機構を明らかにする。特に、以前の報告[1]では測定できなかった高線量領域での欠陥形成を調べることを主目的とする。

2. 方法

無水フッ素ドーブシリカガラス2種、およびSiOH基を含んだ含水フッ素ドーブシリカガラス1種の計3種のガラスを用いた。さらに、あらかじめ900°Cまたは1400°Cの熱処理を施すことでガラス網目の乱雑度(Si-O-Si結合の角度分布)を変化させ、計6種類の試料を準備した。それぞれの試料について、6通りの異なった線量で⁶⁰Co γ 線照射を行った。最大線量は、SiO₂吸収線量に換算して5.2x10⁷Gyであった。すべての試料の照射が同時に終了するように照射開始時刻を調整した。照射によって形成された酸素欠陥、格子間酸素分子、ダングリングボンド対の濃度を光吸収法および蛍光発光法を用いて定量した。 α -石英への照射実験は前年度課題2006A-C09で終了したので今回は行わなかった。

3. 研究成果

・3種のガラスのうち、SiOH基のような欠陥の前駆体を含んだガラスでは、ダングリングボンドが顕著に形成された。しかし、3種のうちで最も前駆体濃度の小さいガラスでは、Si-O-Si結合からOがはずれSi-Si結合ができる反応(Frenkel機構)が、Si-O結合が切断されてダングリングボンド対ができる反応より効率良く起こることが示された。すなわち、⁶⁰Co γ 線によって高密度電子励起されたシリカガラスの最も本質的な欠陥反応は、従来信じられていたダングリングボンド対の形成ではなく、Frenkel機構であることが示された。

・欠陥の全駆体濃度が小さい試料の場合、Frenkel欠陥およびダングリングボンド対の濃度は、高線量域で照射線量に対して飽和しはじめた。この時の欠陥濃度はSi-O-Si結合濃度のおよそ1/10⁵(10ppm)であった。すなわち、前駆体がない場合、欠陥を生じるのは特定のSi-O-Si結合のみであることが示唆された。また、欠陥形成は、ガラス網目の乱雑度が大きくなって歪んだSi-O-Si結合の濃度が増えるほど起こりやすいことが確かめられた。以上の結果は、Frenkel欠陥およびダングリングボンド対が、より歪んだSi-O-Si結合から優先的に生じることを示唆する。

4. 結論・考察

同上

5. 引用(参照)文献等

[1] K. Kajihara, M. Hirano, L. Skuja, H. Hosono, Chem. Lett. 36, 266(2007)