課題番号　２００６Ａ－Ｃ０９

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)]　　平野　正浩[1)]　　細野　秀雄[1) 2)]

Koichi KAJIHARA　　Masahiro HIRANO　　Hideo HOSONO

[1)]科学技術振興機構　[2)]東京工業大学

γ線照射によるシリカガラスでの主要な真性欠陥形成反応は、Si-O-Si 結合から O がはずれ Si-Si 結合ができる過程(Frenkel 機構)であることが示された。このメカニズムによる欠陥形成の前駆体サイトは、大きく歪んだ Si-O-Si 結合であることが示唆された。

キーワード：シリカガラス、α-石英、高密度電子励起、真性欠陥形成

１．目的

高密度電子励起したシリカガラスでの、不純物を起源としない真性欠陥形成の機構とその起こりやすさを調べる。また、結晶性シリカであるα-石英と欠陥の形成されやすさを比較する。

２．方法

欠陥の前駆体となる不純物の濃度の極めて小さいフッ素ドープシリカガラス、および水熱合成法によって得られたα-石英を試料とし、SiO_2吸収線量に換算して 1.5x10^7Gy、4.6x10^7Gyの^{60}Co γ線の照射を行った。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。シリカガラスにはあらかじめ 900℃または 1400℃の熱処理を施し、ガラス網目の乱雑度(Si-O-Si結合の角度分布)の異なる二種類の試料を準備した。

３．研究成果

・^{60}Co γ線を用いた高密度電子励起による真性欠陥反応において、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)は、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。
・SiO_2吸収線量 10^7Gy以上では、真性機構によるシリカガラスの欠陥形成は飽和しはじめる様子が観察された。この時の欠陥濃度はSi-O-Si結合濃度のおよそ 10^{-5}(10ppm)であった。すなわち、特定のSi-O-Si結合のみが欠陥の前駆体サイトとなりうることが示唆された。
・欠陥形成は、ガラス網目の乱雑度が大きくなり、歪んだ Si-O-Si 結合の濃度が増えるほど起こりやすくなることが確かめられた。
・以上の結果は、Frenkel 欠陥の前駆体サイトが、歪の大きい Si-O-Si 結合であることを示唆する。
・α-石英でも、生成効率は小さいもののγ線照射によって Si-Si 結合が形成された。しかし、シリカガラスの場合と異なり、格子間酸素分子は Si-Si 結合と同時に形成されなかった。よって、α-石英での欠陥形成が Frenkel 機構によるものであるかは更なる検討を要する。

４．結論・考察

同上

５．引用(参照)文献等

なし