

高純度 α -石英におけるケイ素ダングリングボンドの形成Formation of silicon dangling bonds in high-purity α -quartz首都大¹、Latvia 大²、東工大³ ○梶原 浩一¹、Linards Skuja²、細野 秀雄³TMU¹, Univ. Latvia², TITech³ ○Koichi Kajihara¹, Linards Skuja², Hideo Hosono³

E-mail: kkaji@tmu.ac.jp

緒言 ケイ素ダングリングボンド (E' 中心、 $\equiv\text{Si}^\bullet$) は、シリカ (SiO_2) 中で最初に同定された [1] 典型的な真性欠陥であり、6eV 付近の紫外光吸収の原因でもある [2]。しかし、代表的な結晶性シリカである α -石英は一般に Al やアルカリ金属等の不純物を含んでいるため、これらによらない真性欠陥過程の研究や、光吸収帯の正確な評価は困難であった。我々は最近、金属不純物濃度の極めて小さい高純度 α -石英を使用し、 γ 線照射による真性欠陥形成を調べている [3]。今回、高純度 α -石英中での E' 中心の生成が確かめられ、その紫外光吸収帯が同定できたので報告する。

実験 高純度 α -石英に ^{60}Co γ 線照射を行った (於 JAEA 高崎量子応用研究所、吸収線量 $\sim 3.3 \times 10^7$ Gy)。照射後、試料を 100°C 毎に 10 分間の等時間アニールに供し、アニール前および各アニール後で可視紫外および真空紫外光吸収測定を行った。また、試料の一部を粉碎して得た粉末試料に対しても同様の等時間アニールを施し、77K で電子常磁性共鳴 (EPR) 測定を行なった。

結果と考察 アニール前の試料での EPR 信号強度は微弱であり、高純度 α -石英では γ 線照射による E' 中心の生成効率が低いことが確かめられた。一方、EPR 信号は 300°C のアニール後に顕著に増大した。この信号の g 値は $g_{\perp}=2.0004$ 、 $g_{\parallel}=2.0017$ であり、 α -石英中の E_1' 中心の文献値 ($g_1=2.0003$ 、 $g_2=2.0006$ 、 $g_3=2.0018$ [4]) と良く一致した。また、アニール時の濃度変化も上記文献中の結果と符合した。300°C のアニールによって、6eV 付近の光吸収が増大した。この光吸収帯は Gauss 関数によって再現でき、ピーク位置 ~ 6.15 eV、半値幅 ~ 0.54 eV であった。 E_1' 中心の光吸収帯は ~ 6.2 eV 付近に存在することが示唆されてはいる [5] が、今回の実験により、 α -石英における E' 中心の光吸収帯はシリカガラスにおける E' 中心の光吸収帯 (ピーク位置 5.7–5.8 eV、半値幅 0.8 eV[2]) より幅が狭く、高エネルギー側に位置することが示された。

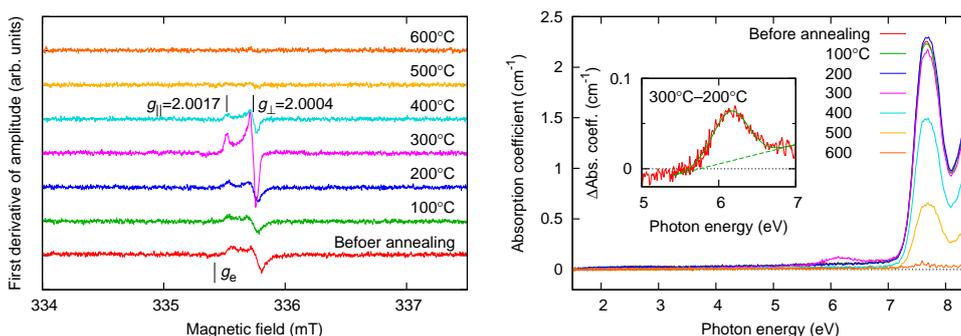


Fig. 1: EPR (left) and optical absorption (right) spectra of γ -irradiated high-purity α -quartz samples subjected to isochronal annealing steps for 10min at each temperature. The inset of the right panel shows magnified difference spectrum between 200 and 300°C, and the least-squares fit with a Gaussian function.

- [1] R. A. Weeks, J. Appl. Phys. **27**, 1376 (1956).
 [2] L. Skuja, J. Non-Cryst. Solids **239**, 16 (1998).
 [3] 梶原 浩一, L. Skuja, 細野 秀雄, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012) 12p-F7-13.
 [4] R. A. Weeks and C. M. Nelson, J. Am. Ceram. Soc. **43**, 399 (1960).
 [5] C. M. Nelson and R. A. Weeks, J. Am. Ceram. Soc. **43**, 396 (1960).