



2つの手法による銀添加リン酸塩ガラスにおける ラジオフォトルミネッセンス中心形成量の定量

Quantitative evaluation of radiophotoluminescence center formation yields in Ag-doped phosphate glasses

東北大院工¹, 産総研², °(D2)川本 弘樹¹, 越水 正典¹, 正井 博和², 藤本 裕¹, 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, AIST², °Hiroki Kawamoto¹, Masanori Koshimizu¹, Yutaka Fujimoto¹,

Hirokazu Masai², Keisuke Asai¹,

E-mail: hiroki.kawamoto.q5@dc.tohoku.ac.jp

【背景】銀添加リン酸塩ガラスは、放射線照射後の光励起による発光現象であるラジオフォトルミネッセンス (RPL) 能を有し、積算型線量計の素子として利用されている。当該ガラスにおいて放射線照射により形成される Ag^0 , Ag^{2+} 及び Ag_2^+ が RPL の発光中心 (RPL 中心) に帰属されているものの、それらの形成機序に関しては未解明点が残存している。この内、我々は RPL 中心形成量に着目してきた。本研究では、電子スピン共鳴 (ESR) 測定に加えて、吸収帯の形状と屈折率及び振動子強度からイオン濃度を導く Smakula の式を用いた解析によって、銀添加リン酸塩ガラス中の RPL 中心形成量の定量を行った。

【実験方法】市販品の銀添加 Na-Al リン酸塩ガラス (FD-7) を試料として用いた。これに X 線を 1, 10, 100, 500 及び 1000 Gy 照射し、ESR 及び吸収スペクトルを測定した。スピン量の標準試料として 2,2,6,6-テトラメチルピペリジン 1-オキシフリーラジカル (TEMPO) 濃度 $3.00 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の n-hexane 溶液を 160 μL 用いた。また、未照射時における屈折率を測定した。

【結果と考察】Figure 1 に、1000 Gy 照射時の ESR スペクトルを示す。 Ag^{2+} に帰属される 330 mT の信号と、 Ag_2^+ に帰属される 310 及び 370 mT の信号が観測された^[1]。 Ag^{2+} 及び Ag_2^+ の信号と TEMPO の信号についての二回積分値から Ag^{2+} 及び Ag_2^+ 濃度を算出すると、それぞれ 1.6×10^{-4} 及び $1.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。Figure 2 に、1000 Gy 照射時の差吸収スペクトルをガウシアンフィッティングした結果を示す。 Ag^{2+} 及び Ag_2^+ 由来の^[1]吸収帯が、それぞれ 3.9 及び 4.6 eV 付近に現れた。 Ag^{2+} 及び Ag_2^+ の振動子強度の既報値^[2, 3]、吸収帯の形状及び屈折率に基づいて、Smakula の式から Ag^{2+} 及び Ag_2^+ 濃度として算出された値は、それぞれ 2.3×10^{-4} 及び $1.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であり、ESR 測定により得られた濃度と同じオーダーであった。

【参考文献】[1] S. W. S. McKeever, *et. al.*, *Radiat. Meas.*, **123**, (2019) 13-20.

[2] A. Trueba, *et. al.*, *Chem. Phys. Lett.*, **430**, (2006) 51-55.

[3] J. C. Idrobo, *et. al.*, *Phys. Rev. B*, **72**, (2005) 085445.

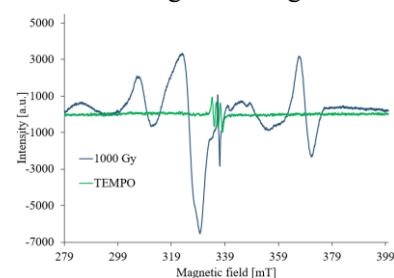


Fig. 1 ESR spectra

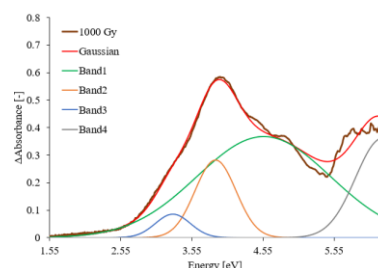


Fig. 2 Gaussian fitting of difference absorption spectrum