

Neitronu izraisītu radiācijas defektu EPR analīze $Gd_3Ga_5O_{12}$

Jēkabs Cīrulis¹, Uldis Rogulis¹, Nīna Mironova-Ulmane¹, Andris Antuzevičs¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Gallija gadolīnija granāts (GGG) ir viens no visvairāk pētītajiem granāta materiāliem, kas tiek pielietots tā optisko un scintilatora īpašību dēļ, kad tas ir leģēts ar retzemju (RJ) joniem. Šīs īpašības ļauj izmantot materiālu cietvielu lāzeros un scintilatoru detektoros. GGG pieder pie granātu kristālu saimes un pēc īpašībām ir līdzīgs daudziem bieži pētītajiem materiāliem. Šiem materiāliem ir lieliskas optiskās īpašības, jo tie ir caurspīdīgi un var tikt leģēti ar RJ joniem. GGG salīdzinājumā ar līdzīgiem materiāliem piemīt uzlabotas mehāniskās īpašības, tas ir salīdzinoši ķīmiski inerts un tam piemīt labāka termiskā stabilitāte.

Ir svarīgi pētīt jonizējošā starojuma radītos paliekošos defektus scintilatoru materiālos, jo tiem ir negatīva ietekme uz materiāla funkcionalitāti. Scintilatora darbību nodrošina rekombinācijas procesi, kas rezultātā izstaro elektromagnētisko starojumu tuvu redzamās gaismas spektram.

GGG ir aprakstīti vairāki paramagnētiskie defekti, kurus var noteikt, izmantojot elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) metodes. Ir izmērītas platas līnijas ar g-faktoru ~ 2 , kas tika sasaistītas ar Gd klasteriem.

Neitronu starojuma radītie centri ir iepriekš minēti literatūrā¹, taču to veidošanās mehānismi netika izskaidroti.

Šajā pētījumā tika analizēti neitronu starojuma izraisīto GGG defektu EPR spektri. Defektiem piemīt izteikti anizotropiski g-faktori, kas šiem materiāliem nav raksturīgi. GGG ir novēroti divi atšķirīgi defektu veidi un aprakstīti to veidošanās mehānismi.

EPR analysis of neutron radiation induced defects in $Gd_3Ga_5O_{12}$

Jekabs Cirulis¹, Uldis Rogulis¹, Nina Mironova-Ulmane¹, Andris Antuzevics¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Gallium gadolinium garnet (GGG) is a one of the most studied garnet materials, which is used for its optical and scintillator properties, when doped with rare earth (RE) ions; enabling use of the material in solid state lasers and scintillator detectors. GGG belongs to the garnet crystal family. and is similar in properties to many frequently studied materials. These materials have excellent optical properties because they are transparent and can be readily doped with RE ions. GGG in comparison to alternative materials has improved mechanical properties, it is relatively chemically inert and thermally stable.

It is important to study permanent defects induced by ionising radiation in scintillator materials, because they negatively effect the functionality of the material. Scintillator operation is enabled by recombination processes that as a result emit electromagnetic radiation close to the visible light spectrum.

Multiple paramagnetic defects, which can be detected using electron paramagnetic resonance (EPR) methods, have been previously reported in GGG. Broad lines with g-factor of ~ 2 have been measured, which were related to Gd clusters.

Radiation-induced centres have been previously reported¹, but mechanisms behind their formation could not be explained without thorough analysis.

In this study, EPR spectra of neutron radiation-induced defects in GGG have been analysed. The defects possess highly anisotropic g-factors, which are irregular for these types of materials. Two distinct types of radiation induced defects in GGG have been observed and mechanisms of their formation have been discussed.

¹ Mironova-Ulmane et al., "EPR and optical spectroscopy of neutron-irradiated $Gd_3Ga_5O_{12}$ single crystals.