

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНОК $Gd_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$ КАК ВОЗМОЖНЫЙ НОВЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Васильев Д.А.¹, Спасский Д.А.^{2,6}, Воронов В.В.³,
Соколов В.О.⁴, Хахалин А.В.⁵,
Васильева Н.В.³, Плотниченко В.Г.⁴

¹ *Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия*

² *Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,*

³ *Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия,*

⁴ *Научный центр волоконной оптики РАН, Москва, Россия,*

⁵ *Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,*

⁶ *Институт физики Тартуского университета, Тарту, Эстония, dimaphys@gmail.com*

Оптические свойства сцинтиллятора $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}:Ce^{3+}$ 1% продолжают изучать в зависимости от соотношения Ga/Al для более четкого понимания процессов преобразования энергии возбуждения в сцинтилляционный отклик и влияния тушения люминесценции на эти процессы. В статье [1] показано, что наибольшая интенсивность люминесценции наблюдается в материале $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}:Ce^{3+}$ при 40% замещении алюминия галлием. Оптические свойства $Gd_3(Al_xGa_{1-x})_5O_{12}:Ce^{3+}$ также были исследованы для ряда эпитаксиальных пленок с $x = 0.00, 0.22, 0.31, 0.38$ ф.е., выращенных методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденных растворов-расплавов на основе $PbO-B_2O_3$ с концентрацией оксида алюминия $C(Al_2O_3)$ от 1,0 до 2,0 моль.% в шихте [2]. В статье показано, что с увеличением концентрации алюминия в составе пленки увеличивается сдвиг полос поглощения уровней $5d_1$ и $5d_2$ иона Ce^{3+} , а также происходит расширение запрещенной зоны за счет поднятия её потолка.

Целью данной работы являлось выращивание методом жидкофазной эпитаксии пленок $Gd_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ из переохлажденных растворов-расплавов на основе $PbO-B_2O_3$ с $C(Al_2O_3)$ от 2,1 до 5,0 моль.% и исследование оптического поглощения и люминесценции в них.

В работе были выращены 60 пленок на подложках из гадолиний-галлиевого граната с ориентацией (111) из 12 растворов-расплавов с концентрацией оксида церия 0,03 и 0,2 мол.%. Спектры пропускания пленок измеряли на спектрофотометре Lambda-900 при комнатной

температуре. В спектрах поглощения пленок $Gd_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ наблюдалась полоса поглощения ионов Pb^{2+} с максимумом на длине волны 280 нм, соответствующая электронному $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ переходу, а также две полосы поглощения иона Ce^{3+} , соответствующие разрешенным $4f \rightarrow 5d$ переходам. Люминесценцию пленок измеряли на установке с использованием монохроматора МДР-2 и на установке люминесцентной спектроскопии твердых тел при комнатной температуре. Наивысшая интенсивность люминесценции наблюдалась в пленке $Pb_{0,02} Ce_{0,05} Gd_{2,93} Al_{2,78} Ga_{2,22} O_{12}$ (44 % замещения галлием). Определение химического состава пленок проводилось при помощи электронно-ионного сканирующего микроскопа Quanta 3D FEG фирмы FEI.

Работа поддержана Программой Развития МГУ имени М.В. Ломоносова. Параметры решётки и монокристалличность плёнок измеряли с помощью рентгеновского дифрактомера Bruker D8 Discover A25 Da Vinci Design.

1. Ogieglo Joanna M., Katelnikovas A., Zych, A., Justel Th., Meijerink A., Luminescence and Luminescence Quenching in $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}$ Scintillators Doped with Ce^{3+} , *J. Phys. Chem. A*, 2013, 117 (12), pp 2479–2484.
2. Vasil'eva N.V., Spassky D.A., Randoshkin I.V., Aleksanyan E.M., Vielhauer S., Sokolov V.O., Plotnichenko V.G., Kolobanov V.N., Khakhalin A.V. Optical spectroscopy of Ce^{3+} ions in $Gd_3(Al_x Ga_{1-x})_5O_{12}$ epitaxial films, *Materials Research Bulletin*, V.48, Issue 11, November 2013, pp 4687–4692.