

УДК 537.51;537.868.3

ВЛИЯНИЕ ФОНОВОЙ ПРИМЕСИ ЖЕЛЕЗА НА ИК-ПОГЛОЩЕНИЕ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОТКЛИК ВЫСОКООМНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ ZnSe

© 2018 г. Н. И. Ильиных¹, Л. Е. Ковалёв², *

¹Уральский технический институт связи и информатики (филиал), Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Россия, 620109 Екатеринбург, ул. Репина, 15

²Уманский национальный университет садоводства, Украина, 20305 Черкасская обл., Умань, ул. Институтская, 1
*e-mail: leokova60@yahoo.com

Поступила в редакцию 03.11.2017 г.

Методами ИК-спектроскопии и диэлектрической спектроскопии исследованы высокоомные кристаллы селенида цинка с фоновыми примесями. В спектрах ИК-поглощения обнаружена полоса, которая идентифицирована с присутствием в образцах фоновой примеси железа. Исследование диэлектрических характеристик кристаллов ZnSe позволило сделать вывод о матричном характере кристаллов, обусловленном неоднородным распределением фоновых примесей.

Ключевые слова: селенид цинка, спектр пропускания, диэлектрическая проницаемость

DOI: 10.1134/S0002337X18080080

ВВЕДЕНИЕ

Селенид цинка является одним из перспективных материалов в области создания приборов полупроводниковой электроники. В настоящее время он широко используется как материал для изготовления оптических элементов, мощных силовых диодов Шоттки, датчиков рентгеновского излучения и нейтрино. Все это делает актуальным изучение свойств ZnSe. В работах [1, 2] исследованы монокристаллические образцы ZnSe, в которых наблюдался всплеск фототока с долговременной его релаксацией после предварительного оптического возбуждения. Показано, что причиной этого эффекта является фоновая примесь железа. Примесь железа может быть обнаружена в ИК-спектрах поглощения, а неоднородное распределение фоновых примесей и собственных дефектов должно повлиять на диэлектрические характеристики материала. В работе [3] исследовано оптическое поглощение монокристаллов ZnSe, легированных железом. В работах [4, 5] исследовались диэлектрические свойства специально нелегированных и легированных хромом кристаллов селенида цинка.

В настоящей работе поставлена задача исследования высокоомных монокристаллических образцов ZnSe методами ИК-спектроскопии и диэлектрической спектроскопии.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В специально нелегированных с фоновыми примесями монокристаллах ZnSe методом ЭПР до и после термической обработки в жидком цинке и жидком висмуте обнаружен ряд дефектов, которые могут привести к изменению колебательных мод [6]. Дефект локально возмущает колебательный спектр и может вызвать появление локализованных колебательных мод. Фоновый примесно-дефектный спектр кристаллов ZnSe в сильной степени влияет на оптическое поглощение материала. Включения и неоднородности в объеме кристалла ZnSe, характеризующиеся различным набором примесных состояний, вызывают большие оптические потери на рассеяние излучения.

Диэлектрические характеристики высокоомных кристаллов ZnSe с фоновыми примесями в диапазоне частот 10^{-2} – 10^9 Гц не могут быть описаны в рамках классической теории дисперсии Дебая, которая, с некоторыми приближениями, может применяться в области оптических частот.

Диэлектрическая проницаемость материала в области низких частот определяется несколькими физическими механизмами, оказывающими поляризационное действие. Вследствие этого в большинстве случаев получаемые результаты не согласуются с классической моделью Дебая.

Более универсальным является эмпирический закон Джоншера. Суть закона заключается в том,

ются неоднородным распределением примеси железа и собственных дефектов. Последнее приводит к появлению в кристаллах селенида цинка областей с различной электропроводностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Korotkov V.A., Bruk L.I., Simashkevich A.V., Gorea O.S., Kovalev L.E., Malikova L.V.* Deep Centers Influence on Photoresponse Characteristics in High-Resistivity ZnSe // *Mater. Res. Soc. Symp.—Proc.* 1997. V. 442. P. 579–584.
2. *Belenchuk A.V., Ilyinykh N.I., Kovalev L.E.* Secondary Ion Mass Spectroscopy of Zinc Selenide Crystals with Photoconductivity Spectral Memory // *Russ. Phys. J.* 2017. V. 59. № 10. P. 1718–1720.
3. *Ваксман Ю.Ф., Ницук Ю.А., Яцун В.В., Насибов А.С., Шапкин П.В.* Оптическое поглощение и диффузия железа в монокристаллах ZnSe // *Физика и техника полупроводников.* 2010. Т. 44. Вып. 4. С. 463–466.
4. *Чугай О.Н. и др.* Диэлектрические свойства кристаллов ZnSe, выращенных из расплава // *Физика твердого тела.* 2010. Т. 52. Вып. 12. С. 2307–2311.
5. *Чугай О.Н. и др.* Влияние легирующих атомов Сг на диэлектрические свойства кристаллов ZnSe, выращенных из расплава // *Физика твердого тела.* 2013. Т. 55. Вып. 1. С. 50–52.
6. *Korotkov V.A., Kovalev L.E., Bruk L.I., Gorea O.S., Ketrush P.I., Malikova L.V.* Effect of Thermal Annealing in Bi and Zn Melts on Local Centers in ZnSe // *Mater. Res. Soc. Symp.—Proc.* 1998. V. 487. P. 505–510.
7. *Jonscher Andrew K.* Dielectric Relaxation in SOLIDS // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 1999. V. 32. № 14. P. R57–R70.
8. *Feldman Yu., Gusev Yu.A., Vasilyeva M.A.* Dielectric Relaxation Phenomena in Complex Systems: Tutorial. Kazan: Kazan University, 2012. P. 134.