

**Российская конференция и школа молодых ученых
по актуальным проблемам
полупроводниковой фотоэлектроники
(с участием иностранных ученых)**

ФОТОНИКА 2017

11-15 сентября 2017 г., Новосибирск

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**НОВОСИБИРСК
2017**

УДК 621.383(043)
ББК 32.854я431+22.343я431

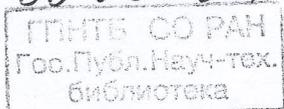
Ф815 **ФОТОНИКА 2017** : тезисы конференции. — Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2017. — 202 с.

ISBN 978-5-4437-0673-3

В сборник вошли тезисы докладов, представленных на проходившей с 11 по 15 сентября в г. Новосибирске Российской конференции и школе молодых ученых по актуальным проблемам полупроводниковой фотозлектроники "**ФОТОНИКА-2017**".

Тематика конференции охватывает широкий круг вопросов физики квантовых эффектов, оптических и фотозлектрических явлений, формирования наноструктур на основе широкого спектра полупроводниковых материалов и нанокристаллов, преобразования и взаимодействия оптического излучения. Материалы отражают новейшие направления развития отечественных фотозлектронных технологий, связанные с регистрацией сверхслабых оптических сигналов в ультрафиолетовом, инфракрасном, терагерцовом и видимом диапазонах спектра. Сборник может быть полезен специалистам в области фотозлектроники, а также будет интересен преподавателям вузов, аспирантам и студентам.

УДК 621.383(043)
ББК 32.854я431+22.343я431



© Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова, 2017

© Новосибирский государственный
университет, 2017

123

ISBN 978-5-4437-0673-3

Эффекты плазмонного усиления комбинационного рассеяния света и ИК поглощения полупроводниковыми нанокристаллами

А.Г. Милёхин^{1,2)}, Л.Л. Свешникова¹⁾, Т.А. Дуда¹⁾, Е.Е. Родякина^{1,2)}, С.А. Кузнецов²⁾,

И.А. Милёхин^{1,2)}, А.В. Латышев^{1,2)}, V.M. Dzhagan³⁾, D.R.T. Zahn³⁾

¹*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова, Новосибирск*

²*Новосибирский Государственный Университет*

³*Chemnitz University of Technology, Germany*

В работе обсуждаются результаты исследования усиления комбинационного рассеяния света (КРС) и инфракрасного (ИК) поглощения в полупроводниковых нанокристаллах (НК), сформированных на плазмонных подложках.

Плазмонные подложки представляют собой массивы золотых нанокластеров, димеров и наноантенн, а также одиночных димеров различного размера, изготовленных с помощью нанолитографии на кремнии. Монослойные и субмонослойные покрытия НК CdSe, CdS, CuS и ZnO были сформированы с помощью технологии Ленгмюра-Блоджетт. Контроль структурных параметров плазмонных и полупроводниковых наноструктур осуществлялся с помощью сканирующей электронной микроскопии. Энергия локализованного поверхностного плазмона в плазмонных структурах, определенная по данным поглощения, находится в интервале от видимого до ИК спектрального диапазона для структур с нанокластерами и наноантеннами, соответственно, что позволяет использовать их для усиления КРС и ИК поглощения полупроводниковых НК.

Нанокристаллы CdSe, CdS, CuS, ZnO и др., сформированные на плазмонных подложках, демонстрируют значительное усиление интенсивности фононных мод и их обертонов (10^3 - 10^4) в спектрах КРС, что позволило исследовать детали фононного спектра полупроводниковых НК. Обсуждается резонансный характер зависимости коэффициента усиления сигнала КРС от длины волны возбуждения и от размеров нанокристаллов. Сообщается о результатах изучения анизотропии КРС НК CdSe на массивах димеров нанокластеров и на одиночных димерах в зависимости от их размеров.

Обсуждаются результаты и перспективы по использованию КРС нанокристаллов, усиленно-металлизированным острием атомно-силового микроскопа (англ. tip-enhanced Raman scattering, TERS) для исследования одиночных нанокристаллов.

Представлены результаты исследования эффекта усиления ИК поглощения в НК CdSe, CdS, PbS на массивах наноантенн, обусловленного сильной локализацией электромагнитного поля вблизи торцов наноантенн, в зависимости от их структурных параметров и от пространственной плотности НК. Структурные параметры массивов наноантенн выбраны таким образом, чтобы обеспечить совпадение частот локализованных поверхностных плазмонов в наноантеннах с частотами оптических фононов в НК. Дополнительное усиление ИК поглощения на частотах оптических фононов в НК было получено для массивов наноантенн, дифракционные моды которых также совпадают с частотами фононов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 14-12-01037).

Устройства управления поляризацией электромагнитного излучения в терагерцовом диапазоне частот

И. А. Азаров^{1),3)}, Ю. Ю. Чопорова^{2),3)}, Б. А. Князев^{2),3)}, В. А. Швец^{1),3)}

¹ ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева 13

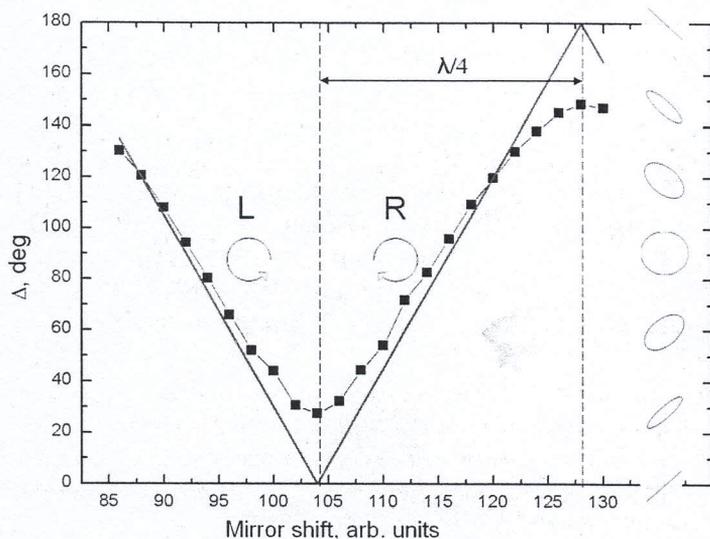
² ИЯФ СО РАН, Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева 11

³ НГУ, Новосибирск, 630090, ул. Пирогова, 2.

тел: (383)330 89 46, факс: (383)333 27 71, эл. почта: azarov_ivan@mail.ru

Излучение терагерцового диапазона в настоящее время находит применение в различных областях исследований. В связи с этим большой интерес представляют устройства для управления поляризацией терагерцового излучения. Нами разработаны и испытаны два типа контроллеров-преобразователей поляризации с различным принципом действия: 1) на базе интерферометра Майкельсона и 2) с использованием призмы полного внутреннего отражения. В экспериментах использовалось излучение новосибирского лазера на свободных электронах [1]. Состояние поляризации измерялось при помощи разработанного ранее эллипсометра терагерцового диапазона [2].

Показано, что призма из высокоомного кремния является ахроматическим фазосдвигающим устройством со сдвигом фазы между ортогонально поляризованными электромагнитными волнами



вблизи 86° в случае прямоугольной равнобедренной призмы. Фазовый сдвиг можно варьировать в диапазоне от 0 до 114° изменением формы призмы. Так, для достижения фазового сдвига 90° , необходимо использовать призму с углом при основании 42° .

Контроллер на базе интерферометра Майкельсона работает следующим образом. В плечах интерферометра задаются ортогональные направления линейной поляризации. Результирующая поляризация на выходе устройства достигается сдвигом зеркала и изменением базы в одном из плеч интерферометра. Состояние поляризации изменяется от линейной

(в случае совпадения фаз в плечах) через эллиптическую до линейной со сдвигом фазы на π . При дальнейшем движении зеркала снова получается эллиптическая поляризация, но с противоположным направлением циркуляции. В случае совпадения амплитуд при сдвигах фаз $\pi/2$ и $3\pi/2$ получается лево- и правовращающая круговая поляризация. Экспериментальные результаты представлены на рисунке. На базе такой схемы модуляции возможно создание интерферометрического эллипсометра с визуализацией эллипса поляризации [3].

Предложенные устройства можно применять при разработке поляризационно-чувствительных методов исследования, а также для управления поляризацией. Например, при исследовании устройств перспективной фотоники и спинтроники, где важно задавать поляризацию излучения для управления состоянием квантовых частиц.

Литература

1. G.N. Kulipanov, et. al. // IEEE Trans. on THz Sci. and Technol. V. 5, No. 5, pp. 798-809.
2. I. A. Azarov, et. al. // ISSN 0020-4412, Instruments and Experimental Techniques, 2015, Vol. 58, No. 3, pp. 381-388.
3. Hasebroek H.F., et.al. // Phys. E.: Sci.Instr., № 6, v. 822 (1973).

Научное издание

**Тезисы конференции
«ФОТОНИКА 2017»**

*Оригинал-макет подготовлен
в Институте физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН*

Подписано в печать 23.08.2017 г. Формат 60×84 1/8
Уч.-изд. л. 25,25. Усл. печ. л. 23,5. Тираж 200 экз. Заказ № 151
Издательско-полиграфический центр НГУ.
630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2.