Перспективные материалы оптоэлектроники, лазерной физики и фотоники

© К.И. Зайцев [1], Г.М. Катыба [2], М.В. Понарина [1], Д.С. Пономарев [3], Г.А. Командин [1]

[1] Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук,
Москва, Россия
[2] Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук,
Черноголовка, Россия
[3] Национальный исследовательский центр „Курчатовский институт“,
Москва, Россия
e-mail: ponomarev_dmitr@mail.ru

DOI: 10.21883/0000000000

Специальная секция „Перспективные материалы оптоэлектроники, лазерной физики и фотоники“ журнала „Оптика и спектроскопия“ включает 14 статей, подготовленных по материалам научных докладов, представленных на ежегодной международной конференции „Saratov Fall Meeting 2024“ (SFM'24, СГУ имени Н.Г. Чернышевского, 23–27 сентября 2024 г., Саратов, Россия, URL: https://sfmconference.org/). Конференция проходила в очно-заочном формате и была посвящена 115-летию Саратовского государственного университета и 75-летию дипломатических отношений России и Китая.

В рамках SFM'24 успешно прошли следующие мероприятия: XII Международный симпозиум по оптике и биофотонике, XXVIII Международная научная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофотонике и Международная научная школа для студентов и молодых ученых по изучению флуоресцентных красителей и белков, а также созданию приборов для исследований в области наук о жизни. Всего в работе 19 тематических конференций, семинаров и круглых столов приняло участие более 400 человек из 20 стран, которыми было представлено более 250 докладов и сообщений, включая доклады Интернет-секции, 7 пленарных и 25 приглашенных докладов. Студентам, молодым ученым и школьникам была предоставлена возможность прослушать лекции, посвященные актуальным проблемам биофотоники и применению оптических и лазерных технологий в биологии и медицине, включая точную механику и контроль свойств биологических тканей и клеток, когерентную оптику случайных и упорядоченных сред, материаловедение и науку об окружающей среде, нелинейную динамику лазерных систем, лазерную физику, спектроскопию и молекулярное моделирование, терагерцовую фотонику, нанофотонику и нанобиофотонику.

В качестве пленарных докладчиков выступали мировые лидеры в области биофотоники: Алексей М. Ященок из Сколковского института науки и технологий (Россия), Сюньбинь Вэй из Пекинского университета (Китай), Хонген Ляо из Шанхайского университета Цзяотун (Китай), Ю Чен из Фуцзяньского педагогического университета (Китай), Игорь В. Меглинский из Астонского университета (Великобритания) и Сеченовского университета (Россия), Тианонг Дай из Фотомедицинского центра Гарвардской медицинской школы (США), Андрей Ю. Абрамов из Университетского колледжа Лондона (Великобритания).

Статьи, представленные в специальной секции журнала, направлены на изучение перспективных полупроводниковых материалов (InGaAs, ZnTe, Fe:β-Ga_2O_3 и др.), а также создание и развитие современных методов и подходов, востребованных для решения фундаментальных и прикладных задач в области радиофотоники, оптики и терагерцовой (ТГц) спектроскопии.

Часть работ посвящена созданию эффективных оптоэлектронных источников, преобразователей пучка и детекторов электромагнитного излучения. В статье С.С. Пушкарева и соавторов предложены упругонапряженные гетероструктуры на основе многопериодных сверхрешеток InGaAs/InAlAs, выращенные методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) на подложках InP, в качестве широкополосных источников генерации ТГц импульсов.

Статья А.А. Грековой с соавторов посвящена исследованию прямозонного полупроводника ZnTe, выращенного на подложках GaAs методом МЛЭ. Структуры на основе ZnTe востребованы для создания ИК детекторов для модуляторов и тепловизионных камер. В работе методом эллипсометрии изучено влияние отклонения от стехиометрии по Zn и Te на спектральные характеристики кристалла ZnTe в диапазоне $0.4-1.2\,\mu$m.

Работа В.А. Киселевского и соавторов посвящена оптимизации технологии формирования волноводных структур методом электронно-лучевой нанолитографии за счет использования специализированного позитивного резиста. В статье А.А. Татаринцева и соавторов рассматривается перспективный материал для силовой электроники средней и высокой мощности Ga_2O_3. В работе предложен оперативный критерий оценки качества профилирования люминесцентных центров за счет эффекта внутренней зарядки образца, при котором нижележащий полуизолирующий слой легированного железом β-Ga_2O_3 захватывает электроны на глубокие акцепторные уровни железа.

В статье А.В. Радивон с соавторами представлены результаты работ по созданию и исследованию спиральных зонных пластинок, предназначенных для формирования ТГц вихревых пучков. Особенностью работы является использование в качестве основы для оптического элемента сравнительного нового ТГц материала — углеродных нанотрубок, нанесённых на растягиваемую полимерную подложку. Генерации оптических вихревых пучков также посвящена работа В.В. Лихова. В статье дано описание разработки волновода со спиральной оболочкой с пониженным показателем преломления.

Раздел, посвященный спектроскопии и развитию методов идентификации различных веществ, представлен двумя работами. В работе А.М. Кузьменко с соавторами сообщаются результаты спектроскопических исследований монокристалла лангасита $La_3Ga_5SiO_{14}$ в ТГц диапазоне и проанализировано влияние на функцию отклика локальных искажений кристаллического поля. Применение усовершенствованных методов комбинационного рассеяния света для идентификации различных органических и неорганических соединений обсуждается в работе Р.А. Гылка с соавторами.

Две работы посвящены исследованию новых материалов для нелинейной конверсии света. Ю.А. Кочуков и соавторы изучили параметры вынужденного комбинационного рассеяния света в кристалле катионного твердого раствора $Sr_{0.9}Ba_{0.1}MoO_4$ под действием лазерных импульсов с энергией $20\,\mu$J и длительностью $0.25-6.00$ ps. П.Д. Харитоновой и соавторами изучен порог лазерного разрушения $LiGaSe_2$ с антиотражающими микроструктурами поверхности и без них под действием наносекундного YAG:Nd^{3+}-лазера с внутрирезонаторной параметрической генерацией света на $2.1\,\mu$m. Теоретически и экспериментально изучена перспективность $LiGaSe_2$ с антиотражающими микроструктурами в качестве нелинейной среды для параметрического преобразования лазерного излучения в среднем ИК диапазоне.

Несколько работ посвящено изучению спектрально-люминесцентных свойств материалов. В работе К.Д. Шмелькова и соавторов представлены результаты исследования температурной зависимости спектрально-люминесцентных характеристик четырех комплексов тербия на основе 2,2′-бипиридилдикарбоксанилида, отличающихся заместителями в фенильном кольце. Обнаружено, что квантовый выход и интегральная интенсивность люминесценции комплексов уменьшаются с ростом температуры, рассчитаны коэффициенты температурной чувствительности этих характеристик. В работе А.А. Волчек и соавторов получена новая фаза соединения $Na_2BaY_4F_{16}$ (моноклинная сингония, пр. группа C2/m, $Z = 2$, параметры решетки $a = 12.1948(3)$ Å, $b = 8.2486(2)$ Å, $c = 7.0894(2)$ Å, $\beta = 119.893(3)$). Проведены первые исследования ап-конверсионной люминесценции для $Na_2BaY_4F_{16}$:Yb^{3+}, Er^{3+} при возбуждении на 980 nm.

Работа Д.С. Чунаева и соавторов направлена на исследование двухфотонного поглощения и вынужденного комбинационного рассеяния в кристалле $Na_2Mo_2O_7$ при облучении пикосекундными лазерными импульсами с длительностью 25 ps. Максимальный коэффициент двухфотонного поглощения на длине волны 523.5 nm составил 7.8 cm/GW.

В работе И.С. Чекулаева и соавторов проведено исследование влияния золотых наночастиц на электрооптические параметры нематического жидкого кристалла ЖК-1289. Полученные результаты демонстрируют перспективы применения наночастиц для улучшения характеристик жидкокристаллических устройств в области дисплейных технологий, антенн и биосенсорных систем.

В заключение следует отметить, что работа „Saratov Fall Meeting 2024“ была проведена при финансовой поддержке СГУ имени Н.Г. Чернышевского, ООО НПП „Инжект“ (Росатом) и государственного задания НИЦ „Курчатовский институт“. Многие работы, представленные в секции, поддержаны грантами РНФ.

Редакторы специальной секции „Перспективные материалы оптоэлектроники, лазерной физики и фотоники“ выражают благодарность авторам работ за предоставление результатов своих исследований, сотрудникам журнала „Оптика и спектроскопия“ и рецензентам за помощь в подготовке выпуска специальной секции.