

Смирнов А.А., студент
Пустоваров В.А., проф., д-р физ.-мат. наук

ЭЛЕКТРОННЫЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В ЧИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КРИСТАЛЛАХ APb_2X_5 ($A=K, Rb$; $X=Cl, Br$)

Прогресс в области производства мощных лазерных диодов стимулирует создание компактных твердотельных лазеров с диодной накачкой. Использование лазерных диодов для селективной накачки активных сред на основе кристаллов, активированных редкоземельными элементами (РЗЭ), стимулирует поиск новых кристаллических матриц с узкими фоновыми спектрами, в которых тепловые потери минимальны, а излучательные переходы в РЗЭ имеют высокий квантовый выход. Такие кристаллы представляют большой практический интерес как активные среды для лазеров среднего ИК и видимого диапазонов излучения.

Кристаллы на основе двойного хлорида калия-свинца KPb_2Cl_5 (КРС), легированные РЗЭ, являются новыми лазерными матрицами. Они имеют узкий фоновый спектр, высокую химическую стойкость, удовлетворительные механические свойства, негигроскопичны.

Кристаллы выращены методом Стокбаргера в Технологическом институте монокристаллов СО РАН, г. Новосибирск.

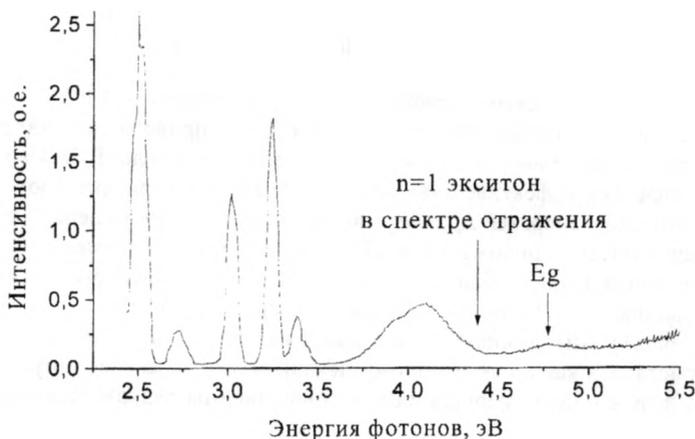


Рис. 1. Спектр возбуждения фотолюминесценции кристалла KPb_2Cl_5-Er при $T=300$ К для $E_{изс} = 2,23$ эВ

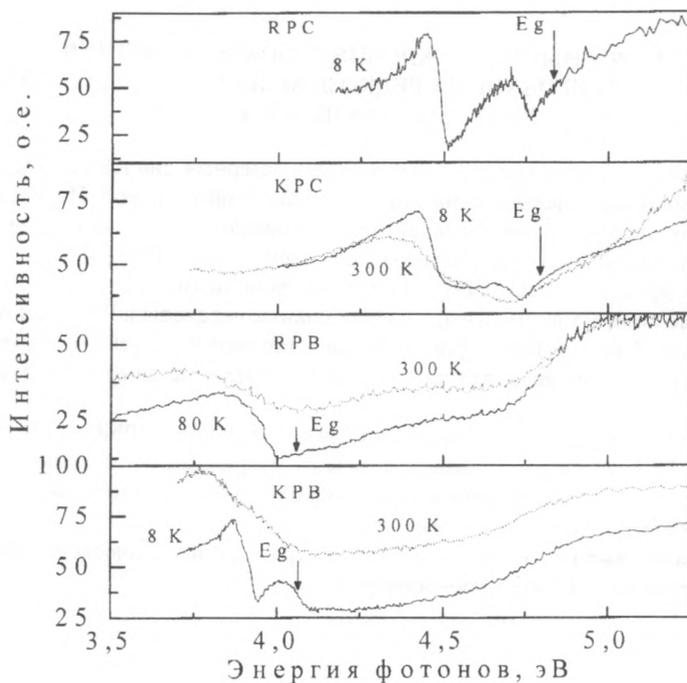


Рис.2. Спектры отражения кристаллов на основе КРС

Введение в кристалл РЗЭ (Pr, Er, Nd, Ho, Tb) приводит к появлению характерного активаторного свечения, зависящего от природы РЗЭ. Выход примесного свечения эффективен как при селективном внутрицентровом возбуждении фотонами с энергией $E_{exc} < E_g$ (полосы в спектре возбуждения характеризуют энергетическое положение возбужденных уровней примесного центра), так и при возбуждении в области селективного создания экситонов или в области создания электронно-дырочных пар фотонами с энергией $E_{exc} > E_g$ (рис.1). Анализ спектров указывает на эффективную передачу энергии в этих кристаллах как по экситонному механизму, так и за счет миграции электронов и дырок с последующей их рекомбинацией на редкоземельном активаторе.

Изучены спектры отражения кристаллов на основе КРС при температурах 300, 80 и 8 К (рис. 2). В области начала межзонных переходов проявляются экситонные состояния, соответствующие $6s \rightarrow 6p$ переходам в ионе Pb^{2+} , состояния которых, как и в кристаллах хлорида свинца, формируют потолок валентной зоны и дно зоны проводимости. Установлена корреляция сдвига энергии экситонного уровня E_{n-1} и энергии E_g в спектрах отражения при замене катиона и аниона. Из спектров отражения в рамках водородоподобной модели эксито-

нов Ванье-Мотта были определены значения ширины запрещенной зоны E_g (значение E_g указано на Рис.2) и энергии связи экситона.

В низкотемпературных спектрах фотолюминесценции (ФЛ) чистых кристаллов KPC и RPC обнаружено несколько широких перекрывающихся полос. Рядом экспериментов показано, что полосы ФЛ 2,05 эВ (KPC) и 2,4 эВ (RPB) в спектре ФЛ в этих кристаллах связаны с излучательной аннигиляцией триплетных автолокализованных экситонов, а полосы свечения в области 1,8-1,9 эВ - с дефектами кристаллической структуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов А.А. Экситоны и перенос энергии в кристаллах нелинейной оптики KPb_2Cl_5 , $RbPb_2Cl_5$ / А.А. Смирнов, В.А. Пустоваров // тез. докл. 10 Всероссийской конф. студентов-физиков и молодых ученых ВНКСФ-10. Москва, 1-7 апреля 2004. Ч.2. С.624-626.
2. Экситоны и перенос энергии в лазерных кристаллах KPb_2Cl_5 и $RbPb_2Cl_5$ / В.А. Пустоваров, И.Н. Огородников, А.П. Елисеев, С.И. Омельков, А.А. Смирнов // Digest Reports of the XV-th International Synchrotron Radiation Conference SR-2004. July 19-23, 2004. Novosibirsk, Russia. P. 104
3. Electronic Excitations and Energy Transport in Crystals KPb_2Cl_5 and $RbPb_2Br_5$ / V.A. Pustovarov, I.N. Ogorodnikov, A.P. Yelisseyev and A.A.Smirnov // XII-th Feofilov Symposium On Spectroscopy of Crystals Activated by Rare Earth And Transition Metal Ion, Ekaterinburg, Russia. September 22-25, 2004. Book of Abstracts and Program. P. 121.
1. Excitations and Energy Transport in Crystals KPb_2Cl_5 and $RbPb_2Br_5$ / V.A.Pustovarov, I.N.Ogorodnikov, S.I.Omelkov, A.A.Smirnov and A.P. Yelisseyev // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A. 2005. Vol.543, N1. P. 216-220.
4. Electronic excitation and luminescence in APb_2X_5 ($A=K,Rb$; $X=Cl,Br$) laser crystals / V.A.Pustovarov, I.N.Ogorodnikov, N.S.Kuzmina, A.A.Smirnov, L.I.Isaenko and A.P.Yelisseyev // DESY, HASYLAB, Annual Report-2004. Hamburg, Germany. 2004. P. 211-212.
5. Экситоны и перенос энергии в лазерных кристаллах KPb_2Cl_5 и $RbPb_2Br_5$ / В.А. Пустоваров, И.Н. Огородников, Н.С. Кузьмина, А.А. Смирнов, А.П. Елисеев //Физика твердого тела. 2005. Т.47.