

ДУХФОТОННО-ВОЗБУЖДАЕМАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В КРИСТАЛЛАХ СЕЛЕНИДА ЦИНКА

В.С. Горелик, Г.Н. Кекелидзе, К.А. Прохоров

Сообщается о наблюдении двухфотонно-возбуждаемой люминесценции в кристаллах селенида цинка и ее особенностях при комнатной температуре.

При достаточно высокой плотности мощности возбуждающего излучения в твердом теле обнаружены /1–5/ эффекты двухфотонного поглощения, двухфотонно-возбуждаемой люминесценции и сверхлюминесценции (СЛ). В частности, эффект СЛ наблюдался в CdS /4/ и в кристаллических аминокислотах /5/. В настоящей работе сообщается об условиях наблюдения эффекта СЛ в кристаллах ZnSe и результатах анализа зависимости интенсивности СЛ от интенсивности возбуждающего излучения.

Исследуемые образцы ZnSe представляли собой плоскопараллельные пластинки толщиной 2 мм. Для возбуждения СЛ использовалась вторая оптическая гармоника ($\lambda_0 = 0,53$ мкм) лазера YAG:Nd, работающего в режиме гигантских импульсов ($\tau \sim 10$ нс) с частотой следования 25 Гц. Ширина запрещенной зоны ZnSe составляет 2,67 эВ. Поэтому исследуемый кристалл был прозрачен для возбуждающего излучения и характеризовался сильным поглощением в области двухфотонных переходов ($\lambda_0/2 = 0,265$ мкм).

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Возбуждающее излучение фокусировалось с помощью цилиндрической линзы L_1 на исследуемый образец Кр. Абсорбционный фильтр Φ служил для подавления интенсивного возбуждающего излучения, объектив L_2 отображал светящуюся область кристалла Кр на входную щель светосильного монохроматора М. Наряду со схемой "на просвет" (рис. 1),

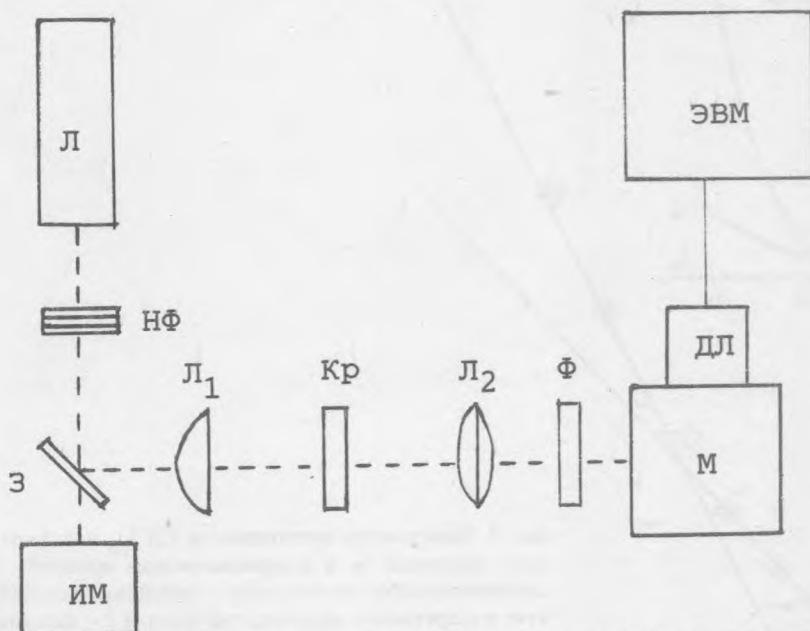


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования СЛ в кристаллах ZnSe: Л – источник возбуждающего излучения ($\lambda_0 = 0,53$ мкм); З – зеркало; НФ – нейтральные светофильтры; L_1, L_2 – линзы ИМ (измеритель мощности); Кр – исследуемый кристалл; Φ – абсорбционный светофильтр; М – монохроматор; ДЛ – диодная линейка; ЭВМ – персональный компьютер типа IBM-AT.

использовалась также схема "на отражение", при которой люминесценция анализировалась в направлении, близком к направлению зеркального отражения.

Спектральный состав люминесценции и ее интенсивность анализировались многоканальным оптическим анализатором на основе диодной линейки, имевшей 1024 элемента и установленной в плоскости

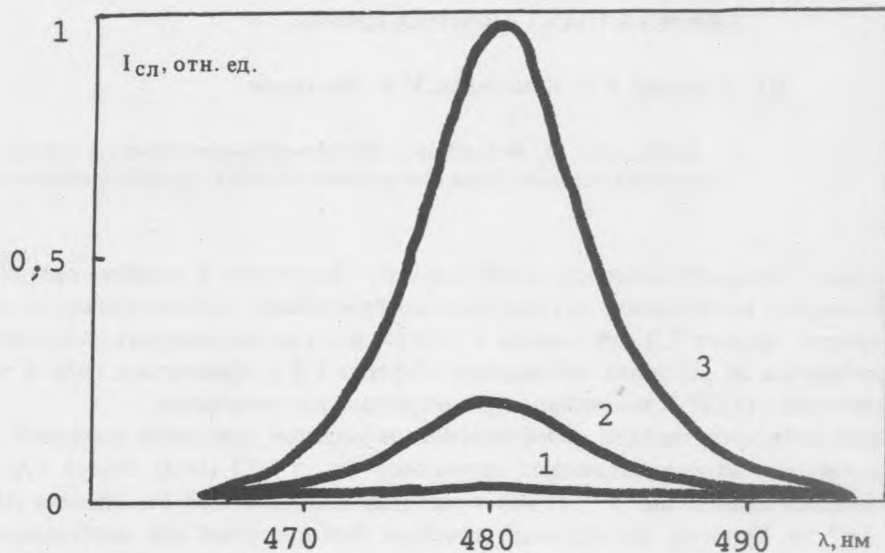


Рис. 2. Спектры СЛ в кристалле ZnSe при комнатной температуре; кривые 1, 2, 3 соответствуют отношению 1:2:3 мощности возбуждающего излучения.

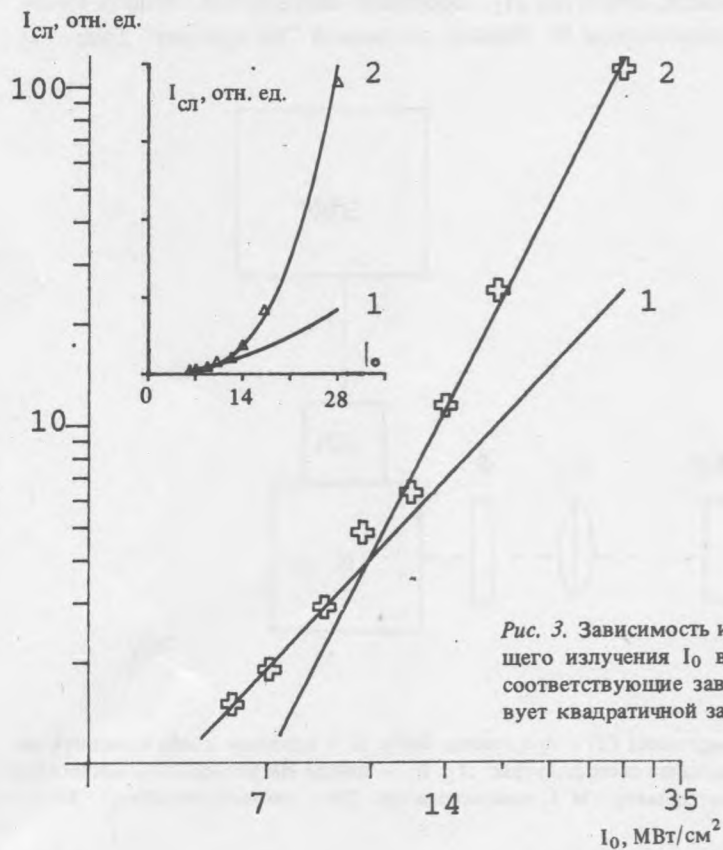


Рис. 3. Зависимость интенсивности СЛ $I_{СЛ}$ в ZnSe от мощности возбуждающего излучения I_0 в логарифмическом масштабе. На вставке приведены соответствующие зависимости в линейном масштабе. Кривая 1 соответствует квадратичной зависимости; кривая 2 – зависимости вида: $I_{СЛ} = A I_0^4$.

выходной щели монохроматора. Для управления экспериментом и обработки данных использовалась ПЭВМ типа РС/АТ. Прошедшее через зеркало 3 лазерное излучение фиксировалось измерителем мощности.

На рис. 2 показан спектр СЛ при трех различных значениях плотности мощности возбуждающего излучения для времени накопления исходного сигнала 10 с. Как видно, обнаруживается отчетливый максимум интенсивности СЛ в области $\lambda_{\text{сл}} = 480$ нм. Спектральная ширина максимума составляет 8 нм.

Рис. 3 иллюстрирует характер зависимости интенсивности СЛ от мощности возбуждающего излучения. При низких уровнях мощности накачки интенсивность СЛ квадратично возрастает с увеличением интенсивности I_0 возбуждающего излучения. Далее зависимость приобретает более нелинейный характер: показатель степени в зависимости $I_{\text{сл}} = AI_0^n$ постепенно возрастает от 2,0 до 3,6.

Полученный спектр СЛ с максимумом $\lambda_{\text{сл}} = 480$ нм коррелирует со спектром обычной люминесценции, наблюдавшимся ранее в селениде цинка при комнатной температуре /6/. Положение максимума близко к междузонному переходу в этом кристалле, однако ширина спектра обычной люминесценции на порядок больше ширины спектра СЛ.

Отметим, что наряду с пиком двухфотонно-возбуждаемой люминесценции, в области 600 нм обнаружена также слабая широкая полоса, не обладающая нелинейной зависимостью от мощности возбуждающего излучения. Ее интенсивность на три порядка меньше интенсивности СЛ. В соответствии с принятой классификацией можно полагать, что эта полоса обусловлена обычной люминесценцией на примесных уровнях меди, присутствующей в селениде цинка.

Таким образом, в данной работе показано, что при возбуждении гигантскими импульсами второй оптической гармоники лазера Nd:YAG в кристалле селенида цинка при комнатной температуре наблюдается стимулированная люминесценция. Исследование свойств этой люминесценции представляет интерес для определения зависимостей характеристик исходных полупроводниковых материалов от легирующих примесей, дефектов, напряжений и т.д., а также в целях эффективного преобразования излучения и получения генерации в синей области спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nathan V., Guenther A. H., Mitra S. S. J. Opt. Soc. Am. B 2, 294 (1985).
2. Конюхов В. К., Кулевский В. А., Прохоров А. М. ДАН СССР, 164, 1012 (1965).
3. Арсеньев В. В. и др. ЖЭТФ, 56, 760 (1969).
4. Catalano I. M., Cingolani A., Minafra A. Phys. Rev. B., 9, 707 (1974).
5. Агальцов А. М., Горелик В. С. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 2, 43 (1989).
6. Физика соединений $A^{II}B^{VI}$, под ред. А. Н. Георгобиани, М. К. Шейнкмана, М., Наука, 1986, с. 291.

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 30 июля 1990 г.