

## КИНЕТИКА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ, ФОТОСТИМУЛИРОВАННОЙ ПИКОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

В.П. Данилов, Т.М. Мурина, А.М. Прохоров, Д. Шмид\*, Л. Шван\*, А. Шиллер\*

*С временным разрешением 0,5 нс исследована кинетика рекомбинационной люминесценции щелочно-галлоидных сцинтилляторов. По времени нарастания люминесценции оценены сечения захвата электронов заряженными и нейтральными центрами в кристаллах.*

В последние годы возрос интерес к изучению фотостимулированных процессов генерации и рекомбинации носителей в щелочно-галлоидных кристаллах (ЩГК) /1, 2/. Это связано, во-первых, с неоднозначной интерпретацией данных о переносе и захвате носителей в ЩГК /1/, во-вторых, с практическим применением фотостимулированных процессов для создания лазеров на центрах окраски в ЩГК /3/. Одним из информативных методов изучения фотостимулированных процессов в ЩГК является исследование кинетических характеристик фотостимулированной люминесценции (ФСЛ). Кинетика ФСЛ и рекомбинационной люминесценции (РЛ) может дать информацию о динамике процессов релаксации внутрицентровых и зонных возбуждений, о сечениях захвата носителей, об относительном распределении дефектов по кристаллу /2/.

В настоящей работе впервые исследована с высоким временным разрешением (0,5 нс) кинетика ФСЛ некоторых ЩГК — сцинтилляторов (KCl-In, KCl-Cu и др.). Основной целью было изучение начальной стадии рекомбинационного процесса — времени нарастания (ВН) РЛ, по которому можно оценить время жизни носителя в зоне проводимости и сечение его захвата примесными и собственными дефектами. Следует отметить, что если для полупроводниковых кристаллов имеется обширный экспериментальный материал по эффективным сечениям захвата носителей различными центрами /4/, для диэлектриков имеются лишь отдельные разрозненные данные /5/.

В экспериментах использовалось оптическое возбуждение кристаллов. Ультрафиолетовое излучение четвертой гармоники Nd:YAG лазера (30 – 40 МВт/см<sup>2</sup>) использовалось для ступенчатой фотоионизации активатора /6/ и создания в кристаллах дырочных (In<sup>2+</sup>) и электронных (In<sup>0</sup>) дефектов и F-центров. В дальнейшем трек центров окраски обесцвечивался мощным (50 – 100 МВт/см<sup>2</sup>) одиночным пикосекундным импульсом (~ 30 пс) второй гармоники Nd:YAG лазера (либо ее ВКР-сдвигом в этаноле), и вспышка ФСЛ активатора регистрировалась через монохроматор быстродействующим фотоумножителем, соединенным с системой запоминания и накопления однократных сигналов. Блок-схема экспериментальной установки изображена на рис. 1. Все эксперименты проводились при температуре образцов ≈ 5 К. Для фотостимуляции в F-полосе удобно использовать кристалл KCl, поскольку полоса поглощения F-центров в KCl достаточно хорошо совпадает с длиной волны второй гармоники Nd:YAG лазера. Поэтому основные эксперименты по исследованию кинетики ФСЛ проводились на кристаллах KCl-In и KCl-Cu. Наиболее вероятным механизмом возбуждения активаторной люминесценции при указанных условиях можно считать рекомбинацию электрона, появившегося в зоне проводимости вследствие ступенчатой фотоионизации F-центра, на дырочном центре (In<sup>2+</sup>). Кинетика РЛ в кристалле KCl-In, наблюдаемой в центре полосы активаторной люминесценции (λ=408 нм), приведена на рис. 2, где кривые 1, 2 и 3 получены накоплением десяти первых и соответственно вторых и третьих вспышек РЛ после трех последовательно проведенных фотостимуляций в F-полосе. При четвертой, пятой и последующих фотостимуляций сигнал РЛ, как правило, не наблюдался, после чего кристалл облучался равным числом импульсов (от 3 до 10 в зависимости от типа кристалла и других условий эксперимента) четвертой гармоники Nd:YAG лазера для следующего цикла измерений. ВН РЛ кристалла KCl-In, как видно из рис. 2, не превышает 0,5 нс даже для третьей вспышки РЛ, когда концентрация центров рекомбинации In<sup>2+</sup>

\* Дюссельдорфский университет (ФРГ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жидков А. Г., Ткачев А. Н., Яковленко С. И. В кн. Краткое содержание докладов I Советско-Британского симпозиума по спектроскопии многозарядных ионов. Троицк, изд. Совета по спектроскопии АН СССР, 1986.
2. Жидков А. Г., Ткачев А. Н., Яковленко С. И. В сб. Спектроскопия многозарядных ионов, изд. Совета по спектроскопии АН СССР, 1987, с. 5.
3. Сафронова У. И., Сенашенко В. С. В сб. Вопросы теории плазмы, т. 12, М., Энергоатомиздат, 1982, с.3.
4. Сафронова У. И., Сенашенко В. С. Теория спектров многозарядных ионов. М., Энергоатомиздат, 1984.
5. Браун М. А., Гурчумелия А. Д., Сафронова У. И. Релятивистская теория атома. М., Наука, 1984.

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 27 октября 1988 г.