

ДИСПЕРСИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ ЗАТУХАНИЯ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЛЮМИНОФОРОВ YAG: Ce, Gd

Янян Цзюй, Юевэй Чжан

Научный руководитель: профессор, д. т. н. В.М.Лисицын
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: 1374586947@qq.com

Люминофоры на основе $Y_{3-x}Al_5O_{12}:Ce_x^{3+}$ (YAG:Ce) являются перспективными для преобразования УФ и синего излучения гетероструктур на основе InGaN в люминесценцию в желтой области спектра в светодиодах. Излучение люминофора вместе с частично прошедшим через люминофор синим излучением чипа перекрывает почти весь спектр видимого излучения. Для изменения спектра люминесценции, чтобы изменить индекс цветопередачи, вводят соактиваторы, меняют состав матрицы. Предполагается, что изменение спектра является результатом искажения решетки в области центра свечения – иона Ce^{3+} . В [1] высказано предположение о том, что центр свечения имеет сложную структуру. Некоторую дополнительную информацию о центрах свечения можно получить из исследований кинетических характеристик затухания люминесценции. Центры люминесценции разной структуры должны иметь различающиеся кинетические характеристики.

В настоящей работе проведены исследования кинетики затухания люминесценции группы люминофоров на основе YAG с разным содержанием церия.

Для исследований использовались промышленные люминофоры SDL4000, SDL2700, SDL3500, отличающиеся соотношением элементного состава. SDL2700, SDL3500 содержат гадолиний и церий в количествах 6,22, 1,26 и 0,68, 1,29% от общего состава, соответственно. SDL4000 не содержат гадолиний и церий в количествах, доступных для измерений методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), изготовлены в разные годы.

Спектры фотолюминесценции образцов регистрировали с помощью спектрометра FLS980 с ксеноновой лампой (250–1000 nm) в качестве источника возбуждения. Ультрафиолетовый полупроводниковый лазер ($\lambda_{\text{ем}} = 375 \text{ nm}$, $\tau = 1 \text{ ns}$) был использован в качестве источника возбуждения для измерения кинетики времени затухания.

Фотолюминесцентные свойства и передача энергии

Спектры возбуждения ($\lambda_{\text{ем}} = 560 \text{ nm}$) образцов были измерены в диапазоне длин волн 300–550 nm. В спектре возбуждения выделяются 2 пика на 344nm и 454 nm. Пик возбуждения при 454 nm хорошо совпадает с полосой синей излучения пиков чипа на основе InGaN. Поэтому, исследуемые YAG люминофоры эффективно поглощают синее излучение чипа и могут преобразовывать это излучение в более длинноволновое. Спектральные характеристики фотолюминесценции (ФЛ) излучения YAG, YAG: Gd+Ce при фиксированной длине волны возбуждения 340 nm и 460 nm приведены в таблице 1. Спектры ФЛ SDL2700 и SDL3500 шире и смещены в красную область по сравнению с ФЛ SDL 4000.

Были измерены кинетические кривые затухания люминесценции при возбуждении импульсом излучения на 375 nm. Кинетические кривые в наносекундной области времен хорошо описываются суммой двух экспоненциальных функций. Результаты измерений спектральной зависимости характеристических времен затухания люминофоров представлены на рисунке 1.

В кривых дисперсии выделяются три участка. В области спектра до 500 nm в короткие времена регистрируется в основном излучение чипа. В области до 610 nm длительность ФЛ двух компонентов ниже, чем в более длинноволновой области. Это дает основание предполагать, что излучение обусловлено разными центрами свечения или, по крайней мере, имеющими различное окружение.

Таблица 1. Спектральные характеристики спектров излучения и возбуждения люминофоров

Наименование люминофоры	Люминесценция				Возбуждения			
	$\lambda_{\text{возб}} = 460 \text{ nm}$		$\lambda_{\text{возб}} = 340 \text{ nm}$		В области 340 nm		В области 460 nm	
	Полуширина $\Delta E, \text{ eV}$	Максимум (λ_{max}) nm	$\Delta E, \text{ eV}$	$\lambda_{\text{max}}, \text{ nm}$	$\Delta E, \text{ eV}$	$\lambda_{\text{max}}, \text{ nm}$	$\Delta E, \text{ eV}$	$\lambda_{\text{max}}, \text{ nm}$
SDL2700	0,487	584	0,489	582	0,264	336	0,450	459
SDL3500	0,484	560	0,487	558	0,294	339	0,390	459
SDL 4000(1)	0,435	539	0,486	540	0,313	339	0,396	456
SDL 4000(2)	0,447	541	0,504	542	0,324	339	0,426	456

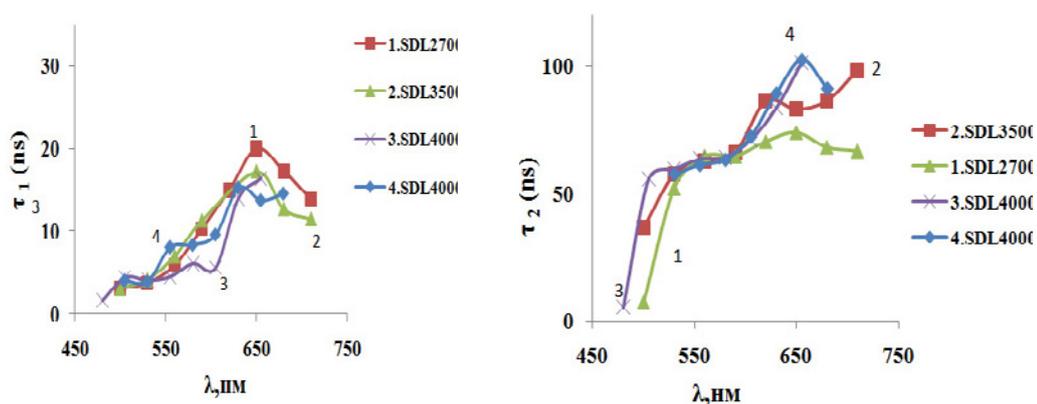


Рис 1. Дисперсия характеристических времен затухания

Список литературы

1. Lisitsyn V.M., Stepanov S.A., Valiev D.T. et al. Kinetic characteristics of the luminescence decay for industrial yttrium-gadolinium-aluminium garnet based phosphors // IOP Conf.Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 1, No. 110. – P. 012–050.