

06:07

Перенос энергии электронного возбуждения в твердотельных стеклообразных люминофорах, активированных европием (III) и титаном (III)

© И.М. Батяев, А.М. Тинус, Е.Б. Клещинов

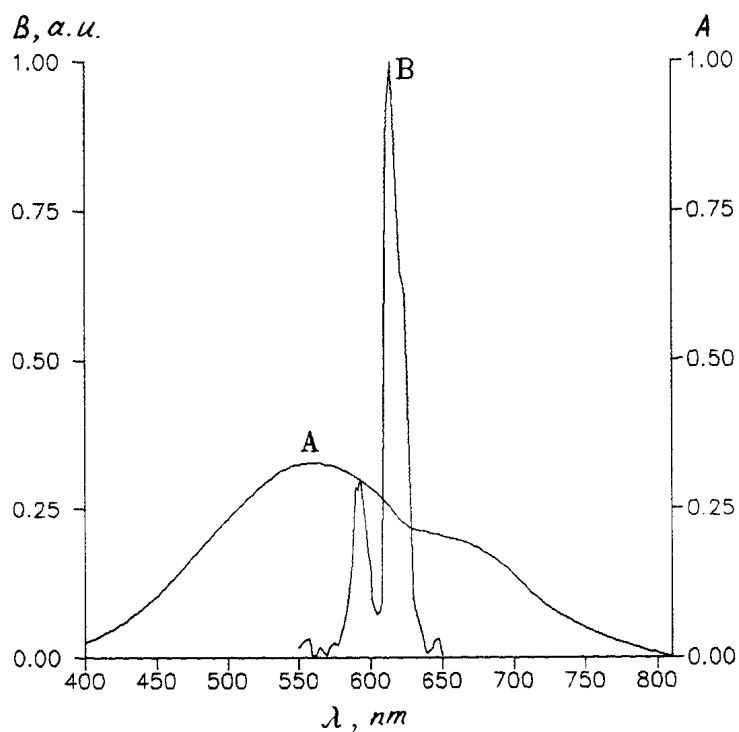
Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, С.-Петербург

Поступило в Редакцию 26 июня 1997 г.

Синтезирован люминофор на основе калийалюмосиликофосфатного стекла, активированного европием (III) и титаном (III). Показано наличие тушения люминесценции европия ионами титана в исследованном стекле.

Проблемы повышения энергетической эффективности твердотельных люминофоров и оптических квантовых генераторов на их основе приобретают все большее значение. Совокупностью получаемых в этой области новых результатов определяется прогресс во многих направлениях современной науки. В связи с этим особое внимание уделяется вопросам исследования активных сред с возможностью улучшения их оптических и энергетических характеристик за счет безызлучательного переноса энергии возбуждения "донор → акцептор". Перенос энергии электронного возбуждения нашел широкое применение в оптических квантовых генераторах, так как часто оказывается гораздо более выгодным непосредственно вкладывать энергию возбуждения не в те частицы, излучение которых желательно, а в те, которые легко поглощают эту энергию, сами ее не излучают и охотно отдают свое возбуждение нужным частицам.

В настоящей работе исследуется взаимодействие в паре $\text{Eu}^{3+}-\text{Ti}^{3+}$ в калийалюмосиликофосфатном стекле (КАСФС). Ионы титана (III) применяются в качестве как самостоятельного активатора [1–4], так и сенсибилизатора люминесценции различных редкоземельных ионов [5–8]. Трехвалентный европий — достаточно распространенный редкоземель-



Спектр поглощения (A) КАСФС- Ti^{3+} и люминесценции (B) КАСФС- Eu^{3+} .

ный активатор кристаллов, стекол и органических растворов [9–12]. Интерес к системам, активированным ионами европия (III), объясняется рядом причин, в том числе тем, что европий является люминесцентным активатором с высоким квантовым выходом, что позволяет использовать его в лазерной технике. Первое сообщение о лазере на бензоилацетонате европия в спиртовом растворе было сделано Лемпики и Самелсоном в 1963 году [13]. Исследователей привлекает относительно простая структура энергетических уровней, что делает более легкими интерпретацию оптических переходов и использование их для исследования строения центров люминесценции. Это находит свое отражение в использовании европия как спектроскопического зонда структуры многих веществ [14].

Для приготовления шихты использовали оксид кремния, метафосфаты калия и алюминия. Европий вводили в виде оксида Eu_2O_3 , титан в виде оксида TiO_2 , с последующим восстановлением. Концентрация ионов активаторов составляла (массовые проценты) — 5% для европия и 0.5% для титана.

Электронные спектры поглощения снимали на спектрофотометре СФ-20. Регистрация спектров люминесценции проводилась на базе спектрометра СДЛ-1 с использованием ФЭУ-62. Люминесценция возбуждалась азотным лазером ЛГИ-21 ($\lambda_B = 337 \text{ nm}$) и гелий-неоновым лазером ЛГН-222 ($\lambda_B = 630 \text{ nm}$, $P = 55 \text{ mW}$).

В электронном спектре поглощения полученного стекла наблюдается наложение абсорбционных полос титана и европия. Никаких видимых отличий от спектров соответствующих несоактивированных ионов в этой же матрице нами не обнаружено. Стекла, легированные только ионами европия, обладают интенсивной люминесценцией в области 550–650 nm (см. рисунок, кривая *B*). Как видно из рисунка, происходит наложение полос спектра люминесценции европия (кривая *B*) и полосы поглощения титана (кривая *A*). В спектре люминесценции стекла, соактивированного одновременно Eu^{3+} и Ti^{3+} , относительная интенсивность полосы люминесценции европия уменьшается более чем в 25 раз.

При исследовании кинетики затухания люминесценции было обнаружено сокращение среднего времени жизни возбужденного состояния ионов Eu^{3+} с 2.5 ms до 14 μs в присутствии ионов Ti^{3+} .

Таким образом, впервые было исследовано взаимодействие в паре $\text{Eu}^{3+}-\text{Ti}^{3+}$ в стеклах, которое выражается в тушении люминесценции ионов европия (II) в присутствии ионов титана (III).

Список литературы

- [1] Батяев И.М., Суханов С.Б. // Опт. и спектр. 1992. Т. 72. В. 6. С. 1367–1370.
- [2] Батяев И.М., Голодова И.В. // Опт. и спектр. 1994. Т. 77. В. 1. С. 81–83.
- [3] Суханов С.Б. Спектрально-люминесцентные свойства фосфатного стекла, активированного титаном (III) и неодимом (III). Автореф. канд. дис. СПб.: РГПУ, 1994.
- [4] Голодова И.В. Спектрально-люминесцентные и некоторые физико-химические свойства галлийфосфатных стекол, активированных ионами Ti^{3+} и Nd^{3+} . Автореф. канд. дис. СПб.: РГПУ, 1994.
- [5] Батяев И.М., Клецинов Е.Б. // Письма в ЖТФ. 1996. Т. 22. В. 12.

- [6] *Batajev I.M., Sukhanov S.B., Lasor O.A., Kletchinov E.B.* // Abstract of XI conference "Physical methods in coordination chemistry". 1993. Kishinev. P. 85.
- [7] *Батяев И.М., Суханов С.Б.* // Письма в ЖТФ. 1994. Т. 20. В. 10. С. 38–42.
- [8] *Батяев И.М., Голодова И.В.* // Опт. и спектр. 1995. Т. 78. № 3. С. 468–470.
- [9] *Батяев И.М.* // Успехи химии. 1971. Т. 40. В. 7. С. 1333–1350.
- [10] *Привалова Т.А.* Дис. . . . канд. хим. наук. Л., 1972. 119 с.
- [11] *Справочник по лазерам / Под ред. А.М. Прохорова.* М.: Сов. радио, 1978. Т. 1. 504 с.; Т. 2. 400 с.
- [12] *Батяев И.М., Шилов С.М., Мейулебте Колани* // Опт. и спектр. 1994. Т. 76. В. 3. С. 424–427.
- [13] *Lempicki A., Samelson H.* // Phys. Lett. 1963. V. 4. P. 133.
- [14] *Золин В.Ф., Коренева Л.Г.* Редкоземельный зонд в химии и биологии. М., 1980. 349 с.