

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЦЕНТРОВ СВЕЧЕНИЯ

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Eu}$, $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$

З. Ф. Дмитренко и В. В. Михо

В работе [1] сообщалось об экспериментально обнаруженном явлении уменьшения интенсивности фотолюминесценции образцов окислов алюминия и циркония, возбуждаемой светом $\lambda=366$ нм, при предварительном облучении их светом $\lambda < 300$ нм. Это явление связывалось с частичной ионизацией центров свечения, расположенных в приповерхностном слое фосфора, при взаимодействии поверхности образцов с ионами H^+ , возникающими при фотодиссоциации молекул воды.

Определенный интерес представляло выяснение возможности этого явления в случае свечения дискретных центров. В связи с этим в данной работе изучалась фотолюминесценция поликристаллических образцов $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Eu}$, $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$. Образцы помещались в вакуумируемую камеру, конструкция которой предусматривала очистку поверхности образцов по методике, описанной в [1]. При измерениях в камере можно было варьировать концентрацию паров воды. Возбуждение фотолюминесценции, как и прежде [1], производилось светом $\lambda=366$ нм. Интенсивность возбуждающего света можно было менять с помощью светофильтров.

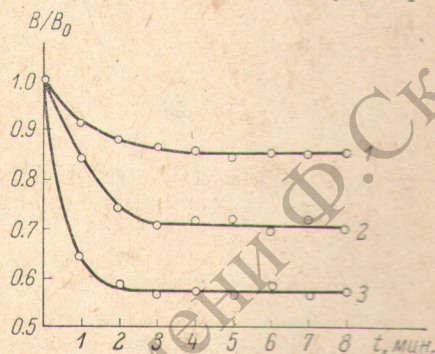
Было установлено, что спектр фотолюминесценции исследуемых образцов $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Eu}$, $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$ представляет собой две полосы с максимумами при 480—490, 610—620 нм для $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$ и 490—500, 690—700 нм для $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Eu}$. В спектрах же неактивированных европием окислов алюминия и иттрия наблюдались лишь соответствующие коротковолновые полосы. Это указывает, что в образовании центров, ответственных за длинноволновые полосы, участвует введенная примесь европия. При изучении влияния предварительной коротковолновой подсветки $\lambda < 300$ нм на интенсивность фотолюминесценции яркость свечения образцов фиксировалась в максимумах полос спектрального распределения.

Согласно проведенному нами эксперименту, предварительное коротковолновое облучение исследуемых фосфоров приводит к уменьшению интенсивности фотолюминесценции в обеих исследуемых областях их спектров.

Если предположить, как и ранее [1], существенную роль продуктов диссоциации молекул воды в наблюдаемом явлении, то скорость спада интенсивности свечения, очевидно, должна определяться количеством радикалов, образующихся на поверхности образца в единицу времени. Как показали измерения, скорость спада интенсивности фотолюминесценции существенно зависит от состояния поверхности исследуемых образцов, интенсивности возбуждающего коротковолнового излучения и концентрации паров воды в окружающей среде.

Предварительный длительный отжиг образцов в вакууме (10^{-4} тор) при температуре 400—450° С, вызывающий десорбцию воды с поверхности окислов, усиливает уменьшение интенсивности люминесценции при последующих измерениях в атмосфере, содержащей пары воды. Отравление поверхности ионами Na^+ или K^+ , приводящее к дезактивации каталитически активных поверхностных центров и делающее невозможным процесс фотодиссоциации молекул воды [2], вызывает исчезновение явления уменьшения интенсивности фотолюминесценции при предварительном облучении образцов коротковолновым ультрафиолетовым светом ($\lambda < 300$ нм). С увеличением интенсивности возбуждающего коротковолнового излучения и концентрации паров воды в окружающей среде скорость спада яркости фотолюминесценции возрастает (см. рисунок).

Приведенные результаты указывают на существенную роль продуктов диссоциации воды в исследуемом явлении. Однако в случае свечения в длинноволновой области, где оно является внутривещным, описываемое явление не может быть объяснено ионизацией центров свечения, как это делалось в [1]. Следует отметить, что люминесценция $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$ наблюдалась и при радикало-рекомбинационном возбуждении [3]. При этом предполагалось, что энергия, выделяемая при рекомбинации радикалов на поверхности фосфора, передается не непосредственно центру свечения, а генетически связанному с ним дефекту решетки. Последующая передача энергии от этого дефекта на активатор (вероятно, резонансным путем) приводит к возбуждению последнего и излучению кванта света.



Зависимость интенсивности фотолюминесценции $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Eu}$ ($\lambda_{\text{max}}=610\text{--}620$ нм), возбуждаемой светом $\lambda=366$ нм от времени предварительного возбуждения светом $\lambda=255$ нм.

1 — при интенсивности предварительного возбуждения $E=E_0$ (отн. ед.) и плотности паров воды в атмосфере $\rho=10$ г/м³, 2 — при $E=2 E_0$ и $\rho=10$ г/м³, 3 — при $E=2 E_0$ и $\rho=21$ г/м³.

По-видимому, наблюдаемое нами уменьшение интенсивности люминесценции в длинноволновой области спектра обусловлено ионизацией дефектов, генетически связанных с поверхностными центрами свечения. В результате этого уменьшается число этих дефектов, способных ионизоваться под действием возбуждающего света $\lambda=366$ нм. Остается предположить, что находящийся вблизи поверхности активатор не может непосредственно возбуждаться светом, и для возникновения фотолюминесценции необходима фотоионизация генетически связанных с ним структурных дефектов.

Литература

- [1] В. В. Михо, З. Ф. Дмитренко. *Опт. и спектр.*, 40, 405, 1976.
 [2] Ф. И. Вилесов, В. А. Котельников, А. А. Лисаченко. В сб.: Молекулярная фотоника. «Наука», Л., 1970.
 [3] Ю. А. Маркин, Ю. А. Сивов, В. Д. Хоружий. *Изв. вузов, физика*, № 7, 127, 1974.

Поступило в Редакцию 18 августа 1976 г.

УДК 535.376 : 546.281

СВЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПРИ АНОДНОМ ОКИСЛЕНИИ

Ю. А. Пасечник, О. М. Гецко, С. Г. Банцер и О. В. Снитко

Свечение поверхности полупроводников при их анодном окислении наблюдали лишь на кремнии [1-4]. Для объяснения данного явления привлекались модели химии и электролюминесценции. Достаточных же экспериментальных доказательств в пользу той или другой модели до настоящего времени не имеется. Сложность поведения системы полупроводник—окисел—электролит (ПОЭ) и слабая интенсивность свечения не позволили в предыдущих работах получить детальный спектр излучения [2-4].

В предлагаемой работе впервые исследовано свечение поверхности карбида кремния при анодном окислении и записаны спектры люминесценции при изменении тока на порядок. Получены убедительные доказательства в пользу электролюминесцентной модели. Изучено анодное окисление (АО) поверхности (0001) образцов SiC 6Н с концентрацией примесей 10^{17} — 10^{18} см⁻³ в 0,4% KNO₃ в этиленгликоле и 10%-м водном растворе KCl. На одну из плоскостей SiC наносились две полосы омических контактов, изолированных от электролита. Свободная поверхность образцов обезжиривалась, промывалась и травилась в 1МНФ. Поверхность контакта SiC—электролит проекти-

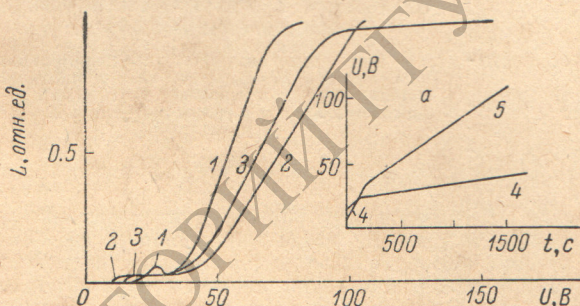


Рис. 1. Зависимость интегральной интенсивности излучения от приложенного напряжения к ПОЭ системе в режиме постоянного тока:

1 — $J=0.8$ мА/см², 2 — $J=1$ мА/см², 3 — $J=1.2$ мА/см².
 а — изменение напряжения на ПОЭ системе от времени окисления в режиме постоянного тока. 4 — $J=0.8$ мА/см², 5 — $J=1.2$ мА/см².

ровалась на входную щель спектрометра ИСП-51. Метод инфракрасной спектроскопии многократного внутреннего отражения показал, что в процессе анодного окисления на поверхности карбида кремния образуется аморфный слой SiO_x сложной структуры с комплексами от SiO до Si₂O₅. Регистрация спектров проведена ФЭУ-79 с учетом его спектральной чувствительности в режиме счета фотонов.

Анодное окисление проводили в режиме постоянного тока (10^{-3} —30) мА. Одновременно с регистрацией спектра записывалась зависимость интегральной люминесценции от напряжения на ячейке с нанесением меток времени на указанную зависимость. Разрешение спектров на длине волны $\lambda=5100$ Å составляло 0,012 эВ.

На рис. 1 представлены зависимости интегральной интенсивности люминесценции $L(U)$ при плотностях тока 0,8, 1 и 1,2 мА/см² (кривые 1—3). Кривые $L(U)$ приведены к условной единице для максимальных L . Зависимости $L(U)$ имеют три области: 0—40, 40—80 и свыше 80 В. Начало свечения ПОЭ системы наблюдается с напряжений 4—5 В.