

# ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО $ZrO_2$ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ОКСИДОМ ИТТРИЯ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ДИАПАЗОНЕ 80-400К

А.ЖЕЛЮК, А. СТАНОВИЙ, И. ДМИТРУК, С. КУТОВОЙ, А. НАУМЕНКО

Физический факультет Киевского национального университета имени Тараса Шевченко пр. академика Глушкова 2/1, 03127, Киев, Украина, [astanovyi@gmail.com](mailto:astanovyi@gmail.com)

Методом ТСЛ (термостимулированной люминесценции) был исследован нанокристаллический оксид циркония  $ZrO_2$  - чистый, стабилизированный оксидом иттрия (YSZ - yttria-stabilized zirconia) с молярной концентрацией  $Y_2O_3$  от 0 до 0.08, а также чистый  $ZrO_2$ , легированный Cr, Mn, Fe, в температурном диапазоне 80–400 К. Скорость нагрева поддерживалась равной 0.2 К/с.

Ионная подвижность легированного оксида циркония объясняется наличием дефектов кристаллической решетки, структура и концентрация которых обусловлены содержанием примеси. Установлено, что лучше всего подходят акцепторы, имеющие ионный радиус приблизительно равный радиусу катиона  $Zr^{4+}$  и имеют наименьшую энергию активации подвижных ионов кислорода. Добавление оксида иттрия в чистый оксид циркония приводит к замещению некоторых ионов  $Zr^{4+}$  на  $Y^{3+}$ , при этом образуются вакансии кислорода, так как три иона  $O^{2-}$  замещают четыре иона  $O^{2-}$ .

Кривые термолюминесценции для чистого, 3.4 мол. % и 8 мол. % YSZ изображены на графике. Кривая ТСЛ чистого оксида циркония состоит из четырех основных пиков, температуры максимумов которых 100, 131, 184, 258 К, как минимум два из них имеют сложную структуру. В случае  $ZrO_2$ , стабилизированного оксидом иттрия, кривая ТСЛ состоит из нескольких сильно перекрывающихся пиков в диапазоне 85-200 К.

Пики ТЛ чистого  $ZrO_2$  с температурами максимумов 100 К и 131 К и полушириной 14 К и 17 К соответственно, тогда как полуширина полосы при 110 К тетрагонального YSZ составляет 35 К. Это различие в полуширине можно объяснить неоднородным уширением пиков которое вызвано статистическими вариациями энергий локальных уровней в запрещенной зоне. Разброс энергий уровней

ЦП является следствием локальных деформаций решетки в области дефектов. Причем ширина и форма пика ТЛ изменяется тем больше, чем больше концентрация примеси в кристалле. Такое поведение прослежено нами для образцов YSZ в зависимости от концентрации  $Y_2O_3$ .

На кривых термолюминесценции YSZ не проявляются пики характерные для чистого  $ZrO_2$ , поэтому есть основания полагать, что в легированном оксиде циркония предпочтительный вклад в термолюминесценцию вносят дефекты, созданы за счет внесения примеси, тогда как в чистом оксиде циркония ловушки заряда следует отождествлять с собственными дефектами.

Было проанализировано зависимость формы контура пика ТЛ от величины среднестатистического разброса энергий активации ЦП. Чтобы учесть неоднородное уширение мы использовали свертку пика ТЛ с гауссовым контуром (функция которая задает статистическое распределение по энергиям локальных уровней). По оценкам, энергии активации ЦП находятся в диапазоне 0,1 - 0,4 эВ.

