

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСЕЙ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ M-ЦЕНТРОВ

С. М. МИНАЕВ

Исследуется влияние концентрации двухвалентных примесей Ca^{++} , Sr^{++} и Pb^{++} в щелочногалогидных кристаллах на процесс радиационного разрушения M-центров и делается вывод о том, что нелокализованные дырки принимают существенное участие в их разрушении.

Введение

Методом ЭПР [1] было показано, что в $\text{KCl} - \text{SrCl}_2$ примесные дырочные центры окраски представляют ассоциаты из двухвалентного иона металла и катионной вакансии $\text{Me}^{2+} V_{\text{K}}$.

Г. К. Вале [2] обнаружила увеличение числа ионов Pb^{++} и Sr^{++} в рентгенизованных при 100°K кристаллах $\text{NaCl} - \text{Sn}$, $\text{KCl} - \text{Sn}$ и $\text{KCl} - \text{Pb}$ после освещения их светом из F-полосы. Этот эффект интерпретирован как проявление захвата дырок дефектами типа $\text{Pb}^{2+} V_{\text{K}}$ и $\text{Sn}^{2+} V_{\text{K}}$.

В зависимости от условий ловушки типа $\text{Me}^{2+} V_{\text{K}}$ могут служить центрами захвата как для дырок, так и для электронов.

Г. К. Вале, Г. К. Золотарев, Т. А. Кукетаев, Н. Е. Лушик и Ч. Б. Лушик [3] склонны считать, что при низких температурах для такого диполя эффективное сечение захвата для дырки больше, чем эффективное сечение захвата для электрона.

При комнатных и более высоких температурах возможность захвата большего числа дырок при введении примесей Ca^{++} , Sr^{++} отмечается в ряде работ [4, 5].

Методика эксперимента и результаты

Для уменьшения роли «дырочной составляющей» в процессе радиационного разрушения M-центров, основанного на использовании зависимости объема коагуляции их от температуры, были исследованы кристаллы с разной концентрацией дырочно-акцепторной примеси.

В качестве основы были использованы соли NaCl и KCl марки «х. ч.», в качестве примеси — CaCl_2 , SrCl_2 и PbCl_2 марки «ч. д. а». Кристаллы выращивались из расплава по методу Киропулоса.

Концентрация примеси определялась комплексонометрическим методом [6—8]. (Активирующая примесь контролировалась до возбуждения дополнительно по поглощению активаторной полосы, неактивирующая — по дырочной полосе поглощения около 350 нм , которая возникает после возбуждения).

Кристаллы одной основы, но с различным содержанием примеси, заправлялись в криостат в количестве 5 штук и облучались протонами одновременно. Температура подложки кристаллов измерялась медь-константановой термопарой, регулировалась изменением расхода жидкого азота (в области ниже комнатной) и стабилизировалась с точностью не хуже $\pm 2^\circ\text{K}$.

Для измерения спектров добавочного поглощения использовался в качестве монохроматора прибор СФ-4А с разработанным нами приемно-регистрирующим устройством [9], состоящим из блока ФЭУ-53, 83-27 и цифropечатающего вольтметра типа ЭЦПВ-3. В основе измерения спектров поглощения положен метод сравнения.

Исходная концентрация M -центров до 10^{17} см^{-3} накапливалась при комнатной температуре. Затем производилось быстрое охлаждение до нужной температуры и измерялась неравновесная концентрация M -центров. Последующее облучение уменьшало концентрацию M -центров.

Характер радиационного разрушения M -центров в $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$, $\text{KCl} - \text{SrCl}_2$ и $\text{KCl} - \text{PbCl}_2$ с разной концентрацией примеси представлен на рис. 1.

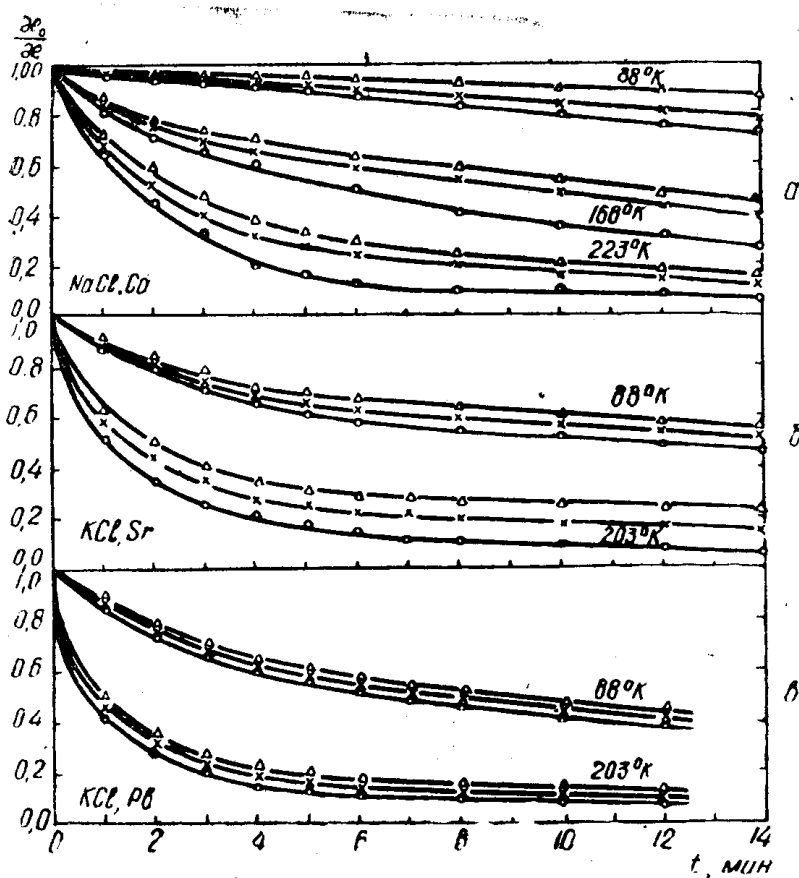


Рис. 1. Радиационное разрушение M -центров под действием протонов интенсивностью $I = 2,08 \cdot 10^{16}$ протон/см²сек и энергией 6,8 Мэв при низких температурах в кристаллах:

- а) $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$ ○○○ — 0,0026 М %, ××× — 0,0066 М %,
 △△△ — 0,0186 М %,
- б) $\text{KCl} - \text{SrCl}_2$ ○○○ — 0,0029 М %, ××× — 0,0069 М %,
 △△△ — 0,0116 М %,
- в) $\text{KCl} - \text{PbCl}_2$ ○○○ — «чистый», ××× — 0,0006 М %, —
 △△△ 0,0008 М %

Из рис. 1 (а, б, в) видно:

1) что с увеличением концентрации примеси Ca^{++} , Sr^{++} и Pb^{++} , которые при низких температурах проявляют дырочно-акцепторные свойства, интенсивность разрушения замедляется для каждой из фиксированных температур;

2) интенсивность радиационного разрушения M -центров в области деавтолокализации дырок резко возрастает.

Следовательно, можно думать, что нелокализованные дырки вносят существенный вклад в процесс радиационного разрушения M -центров.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Hayes, G. Nickols. Phys. Rev., 117, 993 (1960).
2. Г. К. Вале. Тр. ИФА АН ЭССР, № 23, 133 (1963).
3. Г. К. Вале, Г. К. Золотарев, Г. А. Кукетаев, Н. Е. Лущик и Ч. Б. Лущик. Изв. АН СССР, сер. физ., т. XXX, № 4 (1966).
4. Ч. Б. Лущик. Исследование центров захвата в щелочногалоидных кристаллах, Тарту, 1955.
5. Ф. Н. Зайтов, В. Я. Карк. Тр. ИФА АН ЭССР, № 6, 82 (1957).
6. Г. Шварценбах. Комплексометрия. Госхимиздат, 1958.
7. Р. Пришбил. Комплексоны в химическом анализе. М., ИЛ., 1960.
8. М. Л. Ананьевская, Л. Г. Щекатурана. Руководство по химическому анализу воды. Новочеркасск, 1960.
9. С. Минаев, Н. Терентьев, В. Шкатов. Изв. вузов, Физика, Тр. Межвузовской конференции по радиационной физике, 1967 (в печати).