

ЗАПАСЕННАЯ ЭНЕРГИЯ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ С ПРИМЕСЬЮ

А. П. АРЬЯНОВ

(Представлена научным семинаром лаборатории энергетике и электроники ионных структур)

В настоящее время хорошо изучено влияние радиационного излучения на щелочногалоидные кристаллы при небольших поглощенных энергиях.

Из-за ряда технических трудностей измерение спектров оптического поглощения в сильно облученных щелочногалоидных кристаллах затруднено. Мы считаем, что в этой области радиационных нарушений применение методики запасенной энергии к изучению дефектности твердых тел весьма перспективно.

Согласно существующим в настоящее время представлениям [1, 2, 3] основной вклад в величину запасенной энергии вносят электронно-дырочные центры. Изучению влияния примесей на кинетику накопления центров окраски при относительно небольших дозах облучения посвящено много работ [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Показано, что введение в кристаллы двухвалентных катионозамещенных примесей вызывает появление дополнительного числа катионных вакансий [9] для сохранения электронейтральности кристалла. Добавление в щелочногалоидные кристаллы примесей Sr^{++} и Ca^{++} создает дополнительные уровни для локализации дырок и вызывает возрастание скорости накопления F -центров не только на «дорациационных» вакансиях, но и на вакансиях, генерируемых излучением [11]. Поэтому представляет определенный интерес исследовать влияние примесей на величину и характер накопления запасенной энергии в щелочногалоидных кристаллах.

Как показано в работе [5], введение в кристаллы двухвалентной анионозамещающей примеси S^{--} увеличивает число анионных вакансий, которое по закону действующих масс уменьшает концентрацию одиночных катионных вакансий. Об этом свидетельствует понижение электропроводности кристаллов $KCl \cdot S^{--}$ по сравнению с чистым KCl . Увеличение числа анионных вакансий приводит к уменьшению радиационной устойчивости и скорости накопления F -центров на дорациационных дефектах в кристаллах $KCl \cdot S^{--}$.

Нам известна единственная статья Трика [12], где автор исследовал влияние примеси Ca^{++} на величину запасенной энергии в кристаллах $NaCl$ после рентгеновского облучения. К сожалению, эти исследования носят чисто качественный характер.

В данной работе в качестве источника облучения использован циклотрон НИИ ЯФ при ТПИ с энергией протонов 4,5 Мэв. Облучение

образцов проводилось на воздухе. Для предотвращения высвечивания образцы заворачивались в алюминиевую фольгу толщиной 7 микрон. Запасенная энергия измерялась методом растворения в дифференциальном колориметре типа Кальве. Исследовалась кинетика накопления запасенной энергии в кристаллах KCl , $KCl \cdot OH^-$, $KCl \cdot S^{--}$ (рис. 1, кривые 1, 2, 3 — соответственно). Из рисунка видно, что запасенная энергия кристаллов $KCl \cdot S^{--}$, $KCl \cdot OH^-$ больше, чем для чистого KCl .

Кристаллы $KCl \cdot S^{--}$ (0,1 моль % Na_2S), как упоминалось выше, имеют избыточное число анионных вакансий. При больших дозах облучения, по-видимому, преобладающим является процесс генерации радиационных дефектов по

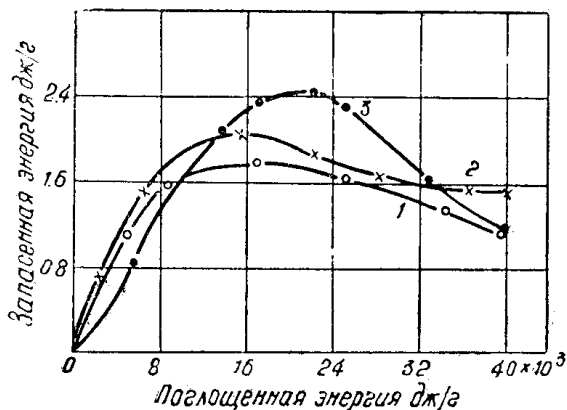


Рис. 1. Кинетические кривые накопления запасенной энергии в кристаллах KCl , $KCl \cdot OH^-$, $KCl \cdot S^{--}$ (кривые 1, 2, 3 — соответственно)

должно увеличиться. Вследствие этого запасенная энергия в кристаллах $KCl \cdot S^{--}$ должна быть выше, чем в чистом KCl , что видно из рисунка (кривые 1, 2). Для кристаллов KCl с примесью KOH (0,35 моль %) запасенная энергия также больше, чем для чистого KCl . Это может быть обусловлено следующим.

Как показано в работе [14], ионы OH^- встраиваются в регулярные узлы кристаллической решетки, замещая ионы Cl^- . При охлаждении выращенного кристалла ионы OH^- образуют с ионами Ca^{++} , которые в качестве загрязнения всегда присутствуют в кристаллах, комплекс $Ca^{++} (OH^-)_2$, занимающий один анионный узел решетки. Образующееся избыточное число анионных вакансий меняет знак заряда дислокаций на обратный. Этот факт может служить доказательством того, что в наших кристаллах $KCl \cdot OH^-$ имеется избыточное число анионных вакансий, которые способствуют диффузии хлора, вытесненного из узла решетки по механизму Варли. Это, по-видимому, и обуславливает увеличение запасенной энергии при больших дозах облучения в кристаллах $KCl \cdot OH^-$ по сравнению с чистым KCl .

Запасенная энергия в кристаллах KCl выделяется по кривой с максимумом. Причем для «чистых» кристаллов максимум смещен в сторону меньших, для $KCl \cdot S^{--}$ — в сторону больших поглощенных энергий. Максимальная величина запасенной энергии в KCl составляет 1,7 дж/г, для $KCl \cdot OH^-$ — 2 дж/г, для $KCl \cdot S^{--}$ — 2,4 дж/г.

радиационных дефектов по механизму Варли [13], согласно которому галоид вытесняется из регулярных узлов кристаллической решетки в междуузлии. Но щелочногалоидные кристаллы представляют собой материалы, имеющие плотную упаковку. Поэтому вытеснение галоида из регулярных узлов анионной субрешетки будет значительно облегчено, если создать условия для диффузии хлора в дефектные места кристалла (дислокации, блоки мозаики). В этом случае образование F -центров на вакансиях, созданных излучением,

Выводы

1. Запасенная энергия в кристаллах KCl выделяется по кривым с максимумом.
2. Введение примеси анионозамещающих примесей увеличивает запасенную энергию по сравнению «с чистыми» кристаллами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fred T. Phelps, Fr., and Edgar Pearlstein, Phys. Rev. **128**, 4, 1575, 1962.
 2. K. Kobayashi, Phys. Rev., **102**, 2, 348, 1956.
 3. Труды первого совещания по радиационной физике, Киев, 1965.
 4. E. E. Schneider, discussion of the Faraday Society, № 31, 176, 1961.
 5. Л. И. Рощина. ФТТ, т. 7, 3465, 1965.
 6. Л. В. Григорук, И. Я. Мелик-Гайказян. Опт. и спектр., т. XV, вып. 3, 394, 1963.
 7. М. И. Игнатьева. Автореферат, Томск, 1965.
 8. Л. В. Григорук. Автореферат, Томск, 1964.
 9. H. Pick, H. Weber, zs. f. Phys., **128**, 409, 1950.
 10. W. Hayes, G. M. Nichols, Phys. Rev., **174**, 4, 993, 1960.
 11. И. Я. Мелик-Гайказян, В. М. Лисицын. ФТТ, 7, № 7, 1965.
 12. J. Trnka, chechosl. Journ. Phys., **8**, 1, 1958.
 13. Центры окраски. ИЛ., М., 1958.
 14. J. E. Caffyn. I. C. de Freitas, T. L. Goodfellow, Phys. stat. sol., **9**, 333, 1965.
-