

## КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

Многие люминесцентные, оптические и электрические явления в твердых телах связаны с процессами перемещения в кристалле подвижных дефектов кристаллической решетки, в частности, электронов, дырок и ионных дефектов. Эти процессы играют определенную роль в возникновении рекомбинационной люминесценции, в электропроводности кристаллов, в явлениях окрашивания кристаллов под действием ионизирующей излучений, в создании радиационных дефектов, в термическом распаде и взаимопревращении радиационных дефектов и т.д.

Благодаря простоте кристаллохимической и электронной структуры щелочно-галогенидные кристаллы (ЩГК) оказались исключительно удобными объектами для исследования и широко используются как модельные системы при излучении физических процессов в широкощелевых диэлектриках.

В связи с применением ЩГК в технике в качестве оптических материалов с широкой областью прозрачности, активных и пассивных сред для перестраиваемых лазеров на центрах окраски, оптических запоминающих сред, материалов для сцинтилляторов, дозиметров и др., стало актуальным изучение электронных, дырочных и ионных процессов, определяющих люминесцентные, оптические, электрические и другие свойства ЩГК.

В ряде работ была подчеркнута важность роли ионных процессов в термическом отжиге радиационно-наведенных дефектов в ЩГК. Однако возможность ионного механизма активации термического отжига электронных и дырочных центров, конкретные механизмы ионных процессов, приводящих к отжигу и взаимопревращению различных по структуре радиационных дефектов, мало изучена.

В связи с этим определение роли радиационных ионно-дырочных и ионно-электронных и ионных процессов, приводящих к термическому отжигу и взаимопревращению различных по структуре радиационных дефектов в ЩГК является весьма актуальной задачей.

Для этой цели в лаборатории физики твердого тела ОшГУ была разработана комплексные методы исследований процесса распада и взаимопревращения радиационно-наведенных дефектов в твердых телах. Суть этих методов заключается в следующем. Используя высокочувствительные люминесцентные, оптические, электрические и другие методы, позволяющие одновременно в одних и тех же объектах, в одних и тех же температурных интервалах изучить оптические, люминесцентные и электрические характеристики радиационных дефектов в ЩГК. К ним относятся следующие методы:

1. Измерение спектров оптического поглощения в спектральной области 2,0-6,0 эВ.
2. Измерение спектров люминесценции кристалла в спектральной области 2,0-6,0 эВ.
3. Изучение термостимулированной люминесценции (ТСЛ) и измерение его спектра в спектральной области 2,0-6,0 эВ.
4. Измерение кривых ТО электронных и дырочных центров окраски в интервалах температур 290-600К.
5. Измерение термического отжига центров окраски на различных микроучастках кристалла методом микротермообесцвечивания.
6. Определение концентрации дислокации в кристаллах.
7. Измерение температурной зависимости квантового выхода фотолюминесценции центров окраски в интервале температур 290-600К.
8. Измерение кинетики быстрого и медленного компонента рентгенолюминесценции и их температурная зависимость в интервалах температур 77-600К.

9. Измерение температурной зависимости ионной электропроводности (ИП) и температурной зависимости диэлектрических потерь (ДП) кристалла в интервале температур 290-600 К.

10. Измерение спектра ЭПР кристалла.

Облучение исследуемых кристаллов осуществлялось рентгеновскими лучами при температуре 290 К на установке УРС-55А (трубка БСВ-Fe или Cu,  $i=15-18\text{mA}$ ,  $V=45-50\text{кВ}$ .) Спектры оптического поглощения измерялись на спектрофотометре Specord UV VIS. Спектры излучения кристалла измерялись с помощью монохроматора МС-80, с дифракционной решеткой 600 и 1200 штрихов на мм. Температурная зависимость максимумов полос поглощения различных радиационных центров и ТСЛ кристаллов изучались одновременно на трехканальной установке, собранной на базе монохроматоров МУМ-2 и МС-80. Измерение спектров ЭПР были выполнены на установке Varian на частоте  $\nu = 9,18\text{кГц}$ .

Однако для определения температурной зависимости относительного квантового выхода свечения центров окраски указанный метод не применим, так как при термической релаксации наведенные центры разрушаются. Поэтому практически невозможно добиться, чтобы кристалл при различных температурах полностью поглощал возбуждающий свет, а условие применимости вышеуказанного метода является обязательное полное поглощение возбуждающего света.

Вследствие этого нами была использована другая методика определения относительного выхода свечения наведенных центров окраски, заключающаяся в следующем. Нами была разработана методика измерения температурной зависимости выхода свечения центров окраски при фотовозбуждении, учитывающая изменение доли поглощения возбуждающего светового потока вследствие термического распада центров окраски в процесса нагрева. Поэтому одновременно с измерением интенсивности свечения кристалла при фотовозбуждении центров окраски измерялся коэффициент поглощения центров окраски. Для разделения фотолюминесценции кристалла от термолюминесценции возбуждение свечения центров окраски осуществлялось модулированным светом. Этот же свет использовался и для измерения коэффициента поглощения центров в ходе их термической релаксации.

Измерение ионной электропроводности дало нам возможность следить за относительным числом катионных вакансий. Изменение концентрации диполь-релаксаторов контролировалось по изменению диэлектрических потерь, характеризуемых, как известно, величиной  $\text{tg}\delta$ . Величина  $\text{tg}\delta$  измерялась на частотах 0,1, 1,0 и 10 кГц. Для измерения ионной электропроводности и диэлектрических потерь на исследуемые кристаллы наносились платиновые электроды и охранное кольцо.

С целью изучения свойств центров окраски в различных микроучастках кристалла был разработан и применен специальный метод, сущность которого заключается в изучении термического обесцвечивания центров на различных микроучастках кристалла. Этот метод показывает, что отдельные элементарные стадии многостадийных кривых термообесцвечивания (ТО) протекают на отдельных микроучастках кристалла. Линейные размеры исследованных отдельных микроучастков были порядка 100 микрон. Это означало, что центры окраски, имеющие малую или большую термическую стабильность, распадающиеся при низких и высоких температурах, расположены на различных микроучастках кристалла.

Таким образом разработка комплексных методов исследований ионных кристаллов позволило установить механизмы распада и взаимопревращения радиационных дефектов и определить состав и структуры радиационных дефектов в ШГК.