

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОНОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ (111) BaF_2

С. А. Князев, К. К. Азов, В. Е. Корсуков, Р. Р. Назаров

До настоящего времени методом дифракции медленных электронов (ДМЭ) не исследована целая группа веществ — фторидов щелочноземельных металлов (MeF_2) с решеткой флюорита, хотя эти кристаллы представляют интерес как в структурном отношении, так и из-за их широкого использования в качестве подложек при эпитаксиальном выращивании пленок. Кристаллы MeF_2 занимают промежуточное положение между ЦГК с ГЦК решеткой и слюдой со слоистой структурой. Они легко раскалываются по плоскости {111} и со стороны этой плоскости представ-

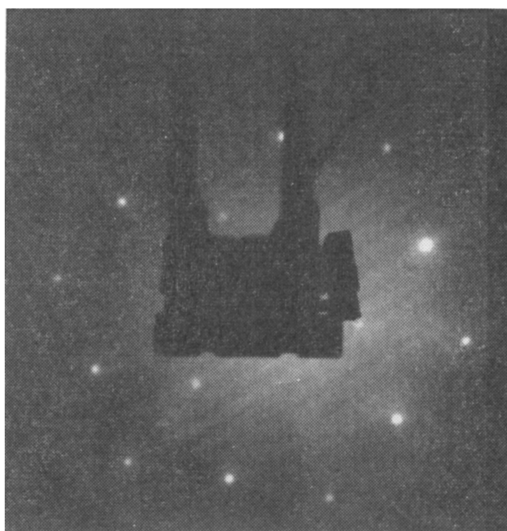


Рис. 1. Картина ДМЭ от поверхности (111) BaF_2 . $V=73$ В.

ляют собой слоистую систему. Каждый слой состоит из гексагональной сетки ионов металла, над и под которой расположены идентичные сетки ионов фтора, так что поверхность кристаллов MeF_2 содержит только ионы фтора.

В качестве объекта исследования использовались беспримесные кристаллы BaF_2 , выращенные по методу Стокбаргера. Образцы вырезались в виде цилиндра так, чтобы его ось была параллельна направлению [111] с точностью $\pm 1^\circ$, что позволяло произвести несколько сколов одного и того же кристалла. Исследуемый образец раскалывался непосредственно в кристаллодержателе перед его помещением в камеру низковольтного дифрактометра.

На рис. 1 представлена типичная картина дифракции, полученная после небольшого прогрева ($\sim 300^\circ\text{C}$, 10 мин) образца в вакууме порядка 10^{-7} Па. Сопоставление картин ДМЭ с сечениями сферой Эвальда обратной решетки фтористого бария показало, что структура поверхности (111) BaF_2 — (1×1) , т. е. соответствует объемной.

Первые несколько часов картины ДМЭ достаточно стабильны, однако более длительное воздействие электронного пучка на одну и ту же точку на поверхности кристалла приводит к значительному уменьшению интенсивности дифракционных пучков со временем. Интенсивность рефлексов

начинает резко изменяться при смещении электронного пучка по поверхности образца без заметного изменения геометрии этих картин. В дальнейшем происходит общее погасание дифракционной картины. Ни длительный перерыв (3 суток) в экспонировании поверхности BaF_2 под электронным пучком, ни прогрев кристалла в различных режимах, ни ионная бомбардировка с последующим отжигом не привели к восстановлению картин дифракции.

Результаты, аналогичные вышеописанным, были получены при исследовании поверхности некоторых бинарных соединений диэлектриков и полупроводников [1, 2]. Было показано, что неустойчивость картин ДМЭ от поверхности этих кристаллов обусловлена диссоциацией этих соединений под действием электронного пучка.

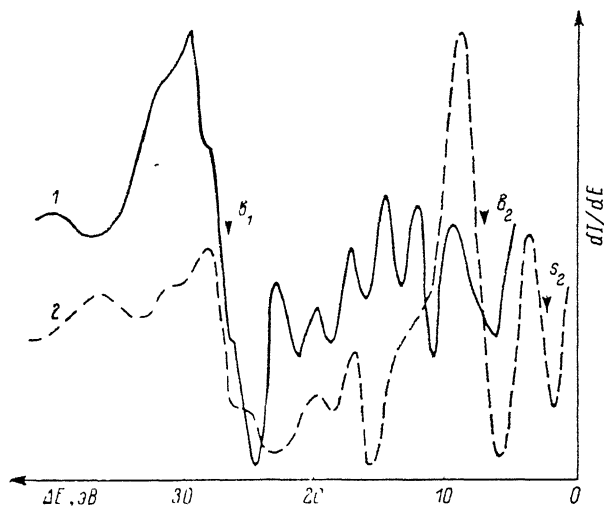


Рис. 2. Спектры ХПЭ от поверхности (111) BaF_2 .

1 — свежеприготовленная поверхность (111) BaF_2 , 2 — сегрегация металлического Ва.

С целью локализации нарушений, возникающих на поверхности (111) BaF_2 , оценки химического состава и агрегатного состояния деструктурированной поверхности были проведены дополнительные эксперименты. Наличие Кикучи картин при $E_p = 1400 \div 1800$ эВ от деструктурированной поверхности BaF_2 свидетельствуют о том, что эти нарушения происходят в 4–5 верхних атомных слоях.

Подготовка образца и вакуумные условия в приборе для исследования фтористого бария методами оже-электронной спектроскопии (ОЭС) и характеристических потерь энергии (ХПЭ) были идентичны дифракционным, хотя интенсивность воздействия электронного пучка на поверхность BaF_2 была выбрана значительно большей: при одинаковом сечении пучка сила тока была увеличена в 50 раз, энергия первичных электронов — в 20 раз. После 2 ч бомбардировки одной и той же точки на поверхности фтористого бария произошло существенное нарушение стехиометрии состава: относительная высота оже пика F уменьшилась в 3 раза. Перевод пучка в другую точку на поверхности увеличивал интенсивность пика F с одновременным уменьшением высоты пика Ва, что свидетельствует об относительной локальности деструкции поверхности BaF_2 под пучком. Дальнейшая экспозиция образца под электронным пучком привела уже к визуальным изменениям на поверхности. Пропало фиолетовое свечение в точке попадания пучка, появилось темное пятно. Исчез оже-пик фтора, изменилась форма дуплетного пика бария в районе 600 эВ. Это свидетельствует об образовании на поверхности образца металлических сегрегаций бария. Попытки восстановления стехиометрического состава поверхности BaF_2 путем прогрева образца на разных стадиях воздействия электронного пучка и применения ионной бомбардировки оказались неудачными.

На рис. 2 представлены два спектра ХПЭ, соответствующие свежеприготовленной поверхности BaF_2 и поверхности, на которой уже визуально наблюдается пятно бария. Сопоставление этих спектров с литературными данными [3, 4] позволяет связать основной пик потерь со сложной структурой при 24.9 эВ с плазменными колебаниями в объеме BaF_2 (пик b_1). При длительном воздействии электронного пучка на образец высота этого пика уменьшается, увеличиваются максимумы, которые мы связываем с объемным и поверхностным плазмонами металлического Ва (пики b_2 и s_2).

Совокупность результатов, полученных методами ДМЭ, ОЭС и ХПЭ, свидетельствует о том, что под действием электронного пучка происходит разложение поверхности фтористого бария с удалением фтора и образованием сегрегаций металлического бария. Таким образом, исследование поверхности (111) BaF_2 показало, что она обладает свойствами, характерными для других диэлектриков: структура поверхности (1×1), образец разлагается под действием электронного пучка.

Авторы благодарят С. Н. Журкова за постоянный интерес к работе, а также А. Н. Андропова, Е. А. Бакулина, А. С. Лукьяненко за критические замечания и полезные обсуждения.

Список литературы

- [1] Bandet-Faure I., Touzillier L. // Surf. Sci. 1974. V. 43. N 1. P. 183—196.
 [2] Гражулис В. А., Ионов А. М., Кулепов В. Ф. // Поверхность. 1985. № 2. С. 94—98.
 [3] Frandon J., Lahaye B., Pradal F. // Phys. St. Sol. 1972. V. B53. N 2. P. 565—575.
 [4] Nisar M., Robin S. // Pak. J. Sci. and Ind. Res. 1975. V. 17. N 2/3. P. 49—54.

Физико-технический институт
 им. А. Ф. Иоффе АН СССР
 Ленинград

Поступило в Редакцию
 7 апреля 1989 г.

УДК 548 : 537—537.311.31

Физика твердого тела, том 31, в. 9, 1989
 Solid State Physics, vol. 31, N 9, 1989

ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ ЛИНИИ ЭПР ПРИ НЕСОРАЗМЕРНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДВУМЕРНЫХ СЛОЕВ HNO_3 , ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ В ГРАФИТ

А. М. Зиатдинов, Н. М. Мищенко

Интеркалированные соединения графита (ИСГ) с азотной кислотой C_5nHNO_3 (n — индекс стадии), в которых двумерные жидкоподобные слои HNO_3 ниже $T_c \sim 250$ К кристаллизуются, образуя квазидвумерный несоизмерный с графитом кристалл [1, 2], привлекают к себе повышенное внимание как объекты, удобные для изучения различных аспектов явления двумерной кристаллизации в периодическом внешнем потенциале. В настоящей работе сообщается об обнаружении и результатах изучения в ИСГ C_5HNO_3 ранее неизвестных особенностей изменения параметров формы линии ЭПР при двумерной кристаллизации интеркалата с образованием несоизмерной структуры.

Синтез ИСГ C_5HNO_3 проводился на пластинках высокоориентированного пиролитического графита с ширинами l в интервале 0.050—0.225 см при высоте $h=0.5$ и толщине $d=0.01$ см традиционным способом [3]. ЭПР измерения в $X(Q)$ -диапазоне проводились в прямоугольном (цилиндрическом) резонаторе с модой $TE_{102}(H_{011})$ при 100 кГц ВЧ модуля-