

УДК 537.533

Н.П. Прокофьева (5 курс, каф. ПФОТТ), П.А. Карасев, асс.

АСИММЕТРИЯ КРИВЫХ КАЧАНИЯ В ОБРАТНОМ РАССЕЯНИИ ЭЛЕКТРОНОВ ОТ НЕЦЕНТРОСИММЕТРИЧНОГО КРИСТАЛЛА SiC

Среди материалов электронной техники и микроэлектроники все большее применение находят сложные соединения, такие как нитрид галлия, карбид кремния и т.д. все эти кристаллические материалы обладают сложной элементарной ячейкой, являются нецентросимметричными и в некоторых направлениях имеют полярные оси. При проведении технологических операций необходимо знание таких особенностей, в том числе и направления этой оси. Для изучения этих особенностей наибольший интерес представляет применение электронно-зондового метода, использующего асимметрию кривых качания обратного рассеяния электронов от кристалла.

С другой стороны, эта проблема имеет и научный интерес, связанный со взаимодействием быстрых заряженных частиц с нецентросимметричными кристаллами. Изучая асимметрию кривых качания от таких кристаллов, можно получать информацию о структуре и свойствах кристалла, таких как реальные потенциалы, потенциалы поглощения для различных процессов рассеяния и т.д.

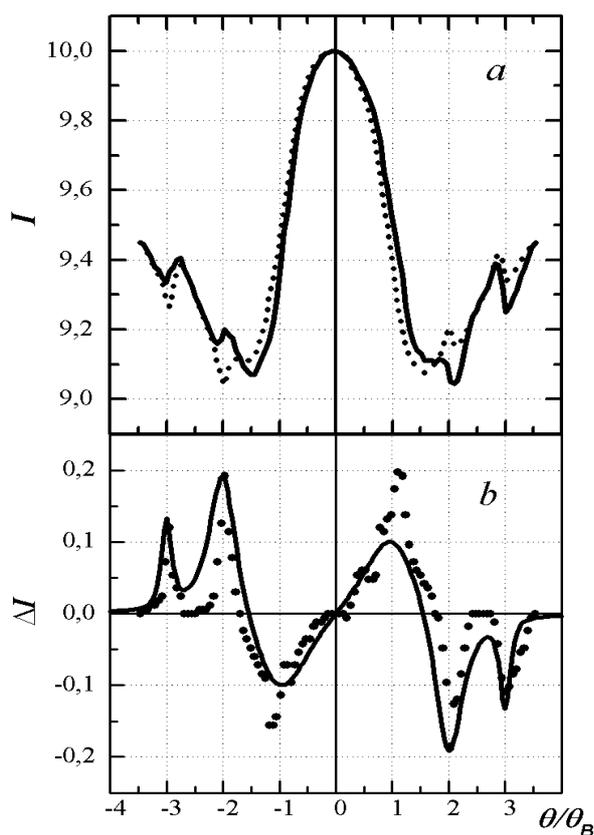


Рис. 1

Асимметрия, связанная с нецентросимметричностью кристаллов была обнаружена в картинах каналирования электронов на монокристаллах карбида кремния при энергиях $E=2-10$ кэВ. Расчет в двухволновом приближении динамической теории дифракции показал, что для плоскостей $\{0001\}$ эффект должен наблюдаться только на нечетных порядках дифракции. Однако экспериментальные данные [1], полученные В.В. Макаровым для кристалла карбида кремния показывают наличие асимметрии для второго порядка дифракции и отсутствие ее для четвертого. В данной работе использовался двухволновой динамический расчет в рамках концепции единого волнового поля [2], предложенный О.А. Подсвировым. Применяя данную теорию, качественно описывающую асимметрию кривых качания, удалось получить количественные данные об асимметрии для различного ряда энергий электронов ($E=5,6,10$ кэВ). Для расчета, на основе имеющихся литературных данных, были оценены реальные и мнимые фурье-компоненты потенциалов SiC, свидетельствующие о процессах неупругого рассеяния электронов, таких как рассеяние на оболочечных электронах,

фононах и плазмонах. Типичный вид зависимости выхода отраженных электронов от угла падения, полученный на образце SiC при $E=10$ кэВ представлен на рис. 1а. По оси абсцисс отложен угол падения, нормированный на угол Брэгга для отражения 0001 ($\theta_b=1.37^\circ$). Кривые – сплошная и пунктирная соответствуют двум положениям кристалла,

отличающимся поворотом на 180° вокруг нормали к поверхности. На рис. 1b точками изображена разность ординат ΔI сплошной и пунктирной кривых рис.1a. На той же картине сплошной кривой приведены расчетные функции асимметрии. Видно, что между теорией и экспериментом имеется неплохое соответствие. Самое важное удалось описать асимметрию для второго порядка дифракции, наблюдаемую в эксперименте. Таким образом, асимметрию кривых качания можно описывать с помощью двухволнового приближения динамической теории дифракции, без привлечения многоволновых расчетов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Макаров В.В., Подсвилов О.А. Письма в ЖТФ, 1986, т.12, №8, с.501-505.
2. Подсвилов О.А., Диссертация на соиск. уч. степ. док. физ.-мат. наук, С-Петербург, 2000.