

где  $N_0^i$  и  $M_0^i$  — числа частиц суспензии и их экспериментальная масса,  $N_0^k$  и  $M_0^k$  — число частиц суспензии и их экспериментальная масса  $k$ -й фракции, соответствующей критическому значению диаметра  $D_{кр}$ .

Предложенная модель осветленной фазы суспензии получила экспериментальное подтверждение, и может быть использована для описания движения частиц сгущенной фазы после ударного взаимодействия суспензии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т. Т. VI. Гидродинамика. — М.: Наука, 1988.
2. Зайцев А.И., Бытев Д.О. Ударные процессы в дисперсно-пленочных системах. — М.: Химия, 1994. 176с.
3. Дьяконов В. Марле 6: учебный курс. СПб.: Питер, 2001.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т. Т. I. Механика. — М.: Наука, 1988.

#### ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ПОЛЯРНЫХ ГРАНЕЙ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

Наконечников А.В., Блиев А.П.

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова

В настоящее время существуют противоречивые данные по энергетическому спектру полярных граней GaAs. Видимо это связано с недостатками метода ионной бомбардировки, которыми получена атомарно-чистая поверхность. Поэтому для исследования энергетического спектра GaAs, атомарно — чистая поверхность полярных граней в нашем случае была получена сколом в сверхвысоком вакууме, причем замечено, что наилучшее качество исследуемой поверхности получается, когда скалывающие усилия прилагаются в направлении  $\langle 211 \rangle$ . Методом электронного пучка Андерсона была измерена работа выхода на образцах с дырочной проводимостью. Для грани (111)В она составляла 4,77 эВ, А для грани (111)А — 4,42 эВ. Аналогичные измерения для кристаллов с электронной проводимостью показали, что: для грани (111)В  $\phi=4.62$  эВ, а для (111)А  $\phi=4.3$  эВ. Таким образом, для образцов обоих типов проводимости разность потенциалов между гранями В и А составляет  $0,35 \pm 0,03$  эВ. Различие в работе выхода электрона для граней А и В, очевидно связано с различием атомной и электронной структуры для этих граней. В частности, это может обуславливаться различным характером поверхностных состояний на гранях А и В арсенида галлия. Различие в работе выхода для граней (111)А и (111)В может быть объяснено и различием в сродстве к электрону для этих граней, которое может быть вызвано разностью электроотрицательностей атомов галлия и мышьяка.

По Полингу электроотрицательность для галлия и мышьяка соответственно равна 1,6 и 2,0, а ионность связи составляет 4%.

Можно предположить, что за счёт разности электроотрицательностей атомов галлия и мышьяка на поверхности полярных граней возникает двойной электрический слой со скачком потенциала. Знак скачка потенциала таков, что отрицательно заряженная обкладка двойного слоя находится у атома с большей электроотрицательностью (мышьяка), а положительно заряженная — у атома с меньшей электроотрицательностью (галлия). Этот скачок должен повышать на грани В и понижать на грани А сродство к электрону, то есть соответственно изменять работу выхода электрона.

Величина дипольного момента двойного слоя может быть рассчитана по формуле:

$$m = q \cdot l,$$

где  $q$ -эффективный заряд,  $l$ -дипольное расстояние между центрами зарядов.

Эффективный заряд одной ионной связи для GaAs составляет  $0,2e$ ,  $l$ -рассчитывается из элементарной объёмной ячейки и оказывается равным

$$l = \frac{a}{4\sqrt{3}}, \text{ где } a=5,654 \text{ \AA-постоянная решётки для}$$

GaAs. Расчёт дипольного момента с учётом  $q$  и  $l$ , а также 4% ионности связи для GaAs даёт величину 0,2 Дебая. Изменение работы выхода электрона, вызываемое этим дипольным моментом можно оценить по формуле:

$$\Delta j = \frac{eSm}{e_0}$$

где  $\Delta j$  - изменение работы выхода, вызываемое дипольным моментом;  $e$ -заряд электрона;  $S=8,85 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ -поверхностная плотность атомов;  $m$  - дипольный момент;  $e_0$ -диэлектрическая постоянная.

Расчёт показывает, что  $\Delta j = \pm 0,67 \text{ эВ}$ . Таким образом, если бы атомы на поверхности занимали положения, эквивалентные объёмным, то разница в работе выхода между гранями А и В, вызываемое дипольным моментом возникающим из-за разности электроотрицательностей атомов галлия и мышьяка составит 1,34эВ. Однако атомы поверхностного слоя претерпевают смещение в направлении перпендикулярном поверхности. Поверхностный атом будет проявлять тенденцию к  $sp^2$ -гибридизации. Следовательно, на поверхности А атомы галлия немного опустятся, занимая промежуточное положение между  $sp^3$  и  $sp^2$ -конфигурациями связей.

На грани А структура «уплотняется» по сравнению с объёмом, а это должно приводить к уменьшению дипольного момента (так как уменьшается  $l$ ) и, следовательно, вызываемое им уменьшение работы выхода будет меньше, чем 0,67эВ.

Экспериментально установлено, что «уплотнение» на грани А составляет 16%, а на грани В «разрыхление» составляет 3%, причем смещение атомов на грани В в 1,5-2,5 раза больше, чем на грани А. То-

гда на грани А  $\Delta\phi = 0,67$  эВ, а на грани В  $\Delta\phi = 0,8$  эВ. Следовательно, по расчетным данным контактная разность потенциалов должна составлять 1,34 эВ, а эксперимент показывает, что она равна 0,35 эВ. Следовательно, если бы работа выхода определялась только сродством к электрону, то с учётом «уплотнения» и «разрыхления» граней А и В контактная разность потенциалов между гранями А и В была бы больше, чем 1,34 эВ.

Можно предположить, что уменьшение контактной разности потенциалов связано с наличием поверхностных состояний, имеющих различную природу на гранях А и В. На грани А поверхностные состояния обусловлены «оборванными» связями атомов Ga, элемента III группы. Следовательно, они должны проявлять акцепторный характер и при их заполнении поверхность заряжаться отрицательно, что приводит к изгибу зон вверх. На грани В поверхностные состояния обусловлены «оборванными» связями атомов As, элемента V группы, следовательно, они проявляют донорные свойства, и при их ионизации поверхность будет заряжаться положительно, что приводит к изгибу зон вниз.

### ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ $KNO_3$ В ПОРАХ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ

Стукова Е.В.

*Благовещенский государственный педагогический университет*

При изучении тонких сегнетоэлектрических пленок были выявлены изменения их свойств по сравнению с объемным образцом [1,2]. Наряду с этим было обнаружено, что толщина пленки влияет на диэлек-

трическую проницаемость, величину спонтанной поляризации и температуры фазовых переходов. Подобные изменения наблюдаются и для сегнетоэлектрических частиц малых размеров. Малые частицы, наряду с общепринятыми методами, можно получить, внедряя сегнетоэлектрические материалы в пористые матрицы. В качестве таких матриц могут быть использованы пористые стекла, силикагели, цеолиты или мезопористые вещества. Размеры частиц в этом случае определяются размерами пор.

Для исследования поведения сегнетоэлектрика  $KNO_3$ , внедренного в поры, использовался искусственный цеолит с размером пор порядка 20 А и объемным содержанием пор до 60%. Для внедрения  $KNO_3$  в поры приготавливался обезвоженный порошок цеолита и сегнетоэлектрика в необходимых пропорциях.  $KNO_3$  растворялся в дистиллированной воде так чтобы получить насыщенный раствор. Порошок цеолита засыпался в раствор, так чтобы весь раствор проник в поры, после чего смесь высушивалась. Из приготовленного порошка при давлении 8000-10000  $kg/cm^2$  прессовались образцы в виде таблеток диаметром 10 мм и толщиной  $1 \pm 2$  мм. Для сравнительных измерений использовались поликристаллические таблетки  $KNO_3$  тех же размеров.

Исследование диэлектрических свойств проводилось с использованием цифрового измерителя импеданса E7-14, позволяющего проводить измерения на частотах  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$  Гц. В качестве электродов применялась In-Ga паста. Перед измерениями, для удаления адсорбированной воды, образцы подвергались сушке при 200°C. Исследования проводились в температурном интервале  $20^\circ \pm 200^\circ C$ . Температурная стабилизация составляла порядка 1 К.

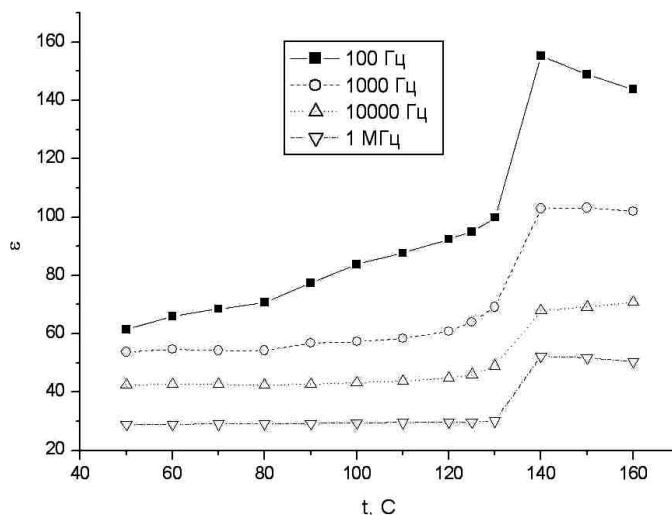


Рисунок 1.

Как показали исследования, нитрат калия, при нагревании претерпевает фазовый переход при 130°C, что не противоречит известным фактам [3,4]. Помимо этого было обнаружено, что  $KNO_3$  обладает низкочастотной дисперсией диэлектрической проницаемости. При увеличении измерительной частоты с  $10^2$  до  $10^6$  Гц  $\epsilon$  уменьшается примерно в три раза (рис. 1). Такая низкочастотная дисперсия наблюдается только для

нескольких сегнетоэлектриков:  $Cu(HCOO)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $AgNa(NO_2)_2$ ,  $NH_4$ -Fe-квасцов и калеманита ( $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ ) [5]. Наличие низкочастотной дисперсии в нитрате калия свидетельствует о том, что в этом веществе при 130°C наблюдается фазовый переход типа порядок-беспорядок с релаксационным диэлектрическим откликом Дебаевского типа. Однако, срав-