

начальных условий, приводящих к удержанию магнита, подвешивание осуществлялось в глицерине. Амплитуда колебаний по ϑ изменялась наложением синфазного или противофазного однородного переменного магнитного поля. При этом поведение магнита качественно описывалось решениями (рис. 2), полученными в результате расчетов.

В заключение авторы выражают признательность В.И. Ожогину и другим участникам семинара за обсуждение работы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] К о з о р е з В.В. Динамические системы магнитно взаимодействующих свободных тел. Киев: Наукова думка, 1981. 140 с.
- [2] W u e r k e r R.F., S h e l t o n H., L a n g m u i r R.V. // Journal of Applied Physics. 1959. V. 30. N 3. P. 342-349.
- [3] А р н о л ь д и Ф о л а н. // Приборы для научных исследований. 1986. № 9. С. 52-55.
- [4] V a n d e r H e i d e H. // Philips tech. Rev. 1974. V. 34. N 2/3. P. 61-72.
- [5] Ш и р о н о с о в В.Г., Б о н ш т е д т А.В. Тез. конф. по физике магнитных явлений, ХУШ конф., Калинин, 1988. С. 886-887.
- [6] Ш и р о н о с о в В.Г. // ЖТФ. 1983. Т. 53. В. 7. С. 1414-1416.
- [7] Ш и р о н о с о в В.Г. Деп. в ВИНТИ 14. 11. 88, № 8071, В 88, 1988.

Физико-технический институт
УНЦ АН СССР

Поступило в Редакцию
7 января 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 5
11

12 марта 1989 г.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ПОЛЯ НА СПЕКТР ПОВЕРХНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ

Н.В. Д а н и л ь ц е в

В данной работе представлены результаты исследования энергетических спектров электронов полевой эмиссии атомарно-чистой поверхности Ge p -типа. Форма спектров электронов для кристаллографических направлений (КН) [111] и [100] для 300 К представлена на рис. 1. Положение спектра электронов по отношению к вершине валентной зоны в объеме эмиттера (E_J) свидетельствует о наличии на поверхности загиба зон вверх, величина которого составляет 0.3 В и практически не зависит от КН. На рис. 2 пред-

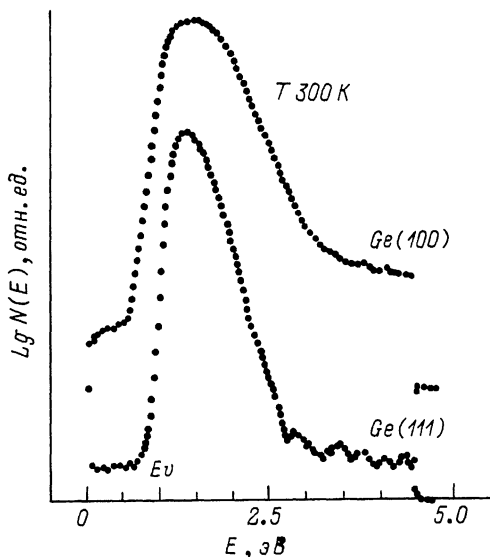


Рис. 1. Спектры электронов полевой эмиссии атомарно-чистой поверхности Ge p-типа.

ставлена зависимость $R(E) = \frac{N(E)}{N_0(E)}$, определенная как отношение двух спектров электронов, соответствующих двум КН. Спектр электронов $N_0(E)$ измерен в направлении [111], спектр электронов $N(E)$ измерен в направлении [100]. Спектры $N_0(E)$ и $N(E)$ измерены при температуре эмиттера 300 К. На кривой 1 (рис. 2) наблюдаются две основные особенности, отмеченные стрелками. Первая особенность расположена в окрестности вершины валентной зоны, вторая – на 2.5 эВ ниже. Расчет зависимости $R(E)$ в приближении эффективной массы показал, что она должна представлять собой монотонно изменяющуюся величину при учете вклада в полевую эмиссию только электронов валентной зоны. Подобная структура не может быть связана с отличием работы выхода и величины эмиссионного поля у поверхности эмиттера для выбранных КН.

Измерения спектров $N(E)$ при 300 К в промежуточных КН, расположенных между [111] и [100], и расчет величины $R(E)$ показали, что величина первой особенности возрастает при переходе от КН, близких к [111], к КН, близким к [100]. При вычислении $R(E)$ в качестве $N_0(E)$ выбирается спектр электронов, измеренный в КН [111]. Величина первой особенности максимальна, когда в качестве $N(E)$ берется спектр, измеренный в КН [100]. Изменение величины первой особенности зависимости $R(E)$ при изменении КН, т. е. при изменении КН, в котором измеряется спектр электронов $N(E)$, хорошо согласуется с увеличением плотности поверхност-

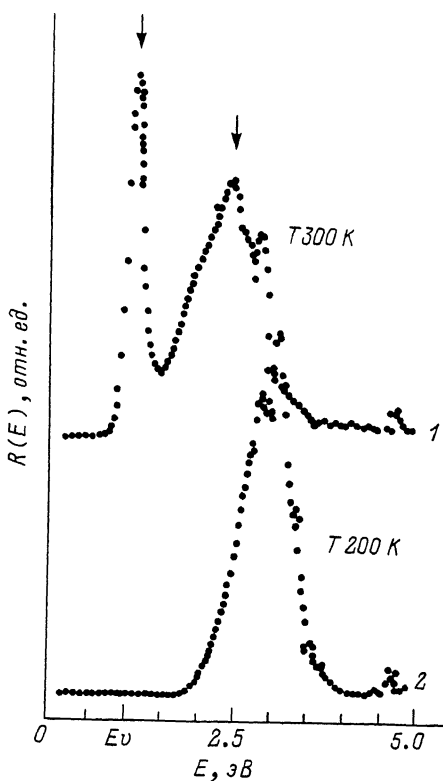


Рис. 2. Структурный фактор $R(E)$.

ных состояний атомарно-чистой поверхности Ge при переходе от грани (111) к (100) [1].

Охлаждение эмиттера до 200 К приводит к тому, что на вершине эмиттера появляется омическое падение напряжения, увеличивающееся с увеличением эмиссионного тока. В тех же КН были измерены спектры электронов при 200 К (спектры $N(E)$ измерялись в КН [100] и в промежуточных КН между [100] и [111]; спектр $N_0(E)$ в КН [111]) и вычислялась соответствующая зависимость $R(E)$. Для всех зависимостей характерным оказалось полное исчезновение первой особенности. Кривая 2 (рис. 2) соответствует случаю, в котором $N(E)$ измерен в КН [100], $N_0(E)$ измерен в КН [111]. Таким образом, спектр поверхностных состояний резко изменился после того, как в приповерхностной области эмиттера появилось внутреннее поле, вызванное падением напряжения на вершине эмиттера. В работе [2] было показано, что появление в приповерхностной области потенциала, по порядку вели-

чины равного ширине запрещенной зоны и распространяющегося в глубь кристалла на несколько постоянных решетки, приводит к смещению края зоны поверхностных состояний и резко увеличивает степень локализации волновых функций поверхностных состояний. Так как вклад в полевую эмиссию определяется прозрачностью внешнего потенциального барьера, локализация волновых функций поверхностных состояний является определяющей. Таким образом, можно считать, что электронно-полевая спектроскопия позволяет исследовать не только плотность и распределение по энергиям поверхностных состояний, но и их степень локализации. Процедура построения зависимости $\mathcal{R}(E)$ свидетельствует о том, что вторая особенность также связана с вкладом в полевую эмиссию еще одной зоны поверхностных состояний. Влияние внутреннего поля не столь существенно сказывается на этой зоне поверхностных состояний, т. к. она расположена глубоко в валентной зоне.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Н е с т е р е н к о Б.А., С н и т к о О.В. Физические свойства атомарно-чистой поверхности полупроводников. Киев: Наукова думка, 1983. 161 с.
- [2] S t e s l i s k a М., P e r k a l Z. // Phisica С. 1981. V. 111 В. Р. 35.

Ленинградский государственный университет

Поступило в Редакцию
14 июня 1988 г.
В окончательной редакции
25 января 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 5
05.2; 06.2

12 марта 1989 г.

МОДУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КРЕМНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОГО ЛАВИННОГО ПРОБОЯ P-P-ПЕРЕХОДА

Ю.П. К у з н е ц о в, В.В. Н о в и к о в,
Э.Е. П а х о м о в, В.А. Ч е ц к и й

Нами наблюдалась модуляция электропроводности кремния в сильном электрическом поле с насыщенной дрейфовой скоростью основных носителей заряда под действием локального лавинного пробоя p-p-перехода, область которого расположена на значительном (20–100 мкм) расстоянии от детектирующего резистора в планарно-эптаксиальной структуре, показанной на рис. 1. Исследуемая структура имела осевую симметрию относительно центра диффузионной p+ области, а детектирующий резистор \mathcal{R} имел кольцевую форму и был