

# ЭЛЕКТРООТРАЖЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ HgCdMnTe, ОБРАБОТАННЫХ АРГОНОВОЙ ПЛАЗМОЙ

И.М. АЛИЕВ

Институт Физики АН Азербайджана  
370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33

Приводятся результаты исследования воздействия ионно-плазменного облучения в среде аргона на модификацию поверхностей твердых растворов HgCdMnTe. Исследованы спектры электроотражения этих кристаллов подвергнутым различным дозам облучения. Определена глубина проникновения ионов аргона в приповерхностный слой кристалла.

Влияние механической полировки и химического травления на спектры электроотражения (ЭО) и микротвердости кристаллов  $Hg_{0.8}Cd_{0.2}Te$ ,  $Hg_{0.84}Mn_{0.16}Te$  и  $Hg_{0.81}Cd_{0.18}Mn_{0.01}Te$  было исследовано в работе [1]. Наблюдается корреляция глубины механически нарушенных слоев поверхности кристаллов с величинами их микротвердостей.

В данной работе приведены результаты исследований электромодуляционных характеристик кристаллов  $Hg_{0.81}Cd_{0.18}Mn_{0.01}Te$ , подвергнутых ионно-плазменному облучению. Известно, что воздействия неравновесных форм электрического разряда в газах на поверхность полупроводникового кристалла может вызвать значительные изменения состояния поверхности, в частности, таких как дефектность и поверхностный потенциал. В экспериментах доза воздействия ионами аргона составляла  $1.2 \cdot 10^{15} \div 4.3 \cdot 10^{17}$  ион/см<sup>2</sup>. Контроль состояния поверхности осуществлялся методом электромодуляционной спектроскопии – электроотражением.

Измерения спектров электроотражения проводились при комнатной температуре на контакте полупроводник-электролит (1 М раствор KCl в воде) при напряжениях смещения 0 В и –0.2 В и модуляции 0.4 В, а параметры спектров вычислялись методом “трех точек” [2, 3].

Наблюдалась радикальная трансформация спектра электроотражения, характер которой определяется временем обработки поверхности в аргоновой плазме.

Уже после облучения поверхности кристалла дозой  $D=1.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> спектр электроотражения практически исчезает, а после  $D=7.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> происходит полная инверсия полярности спектра, сопровождающаяся его большим уширением (Рис.1). С дальнейшим ростом дозы облучения полярность восстанавливается, однако интенсивность и уширение его свидетельствуют о кардинальных изменениях состояния поверхности, вызванных бомбардировкой и внедрением в поверхностный слой ионов аргона, что в дальнейшем приводит к аморфизации поверхностного слоя. Факт аморфизации поверхностного слоя подтверждается тем, что даже после длительной выдержки облученного кристалла в электролите восстановление спектра не происходит.

В эксперименте также решалась задача определения глубины проникновения ионов аргона в приповерхностный слой кристалла. Для этого проводилось послойное химическое травление с поэтапной записью спектра электроотражения. При этом наблюдалось восстановление формы спектра практически до исходной (Рис.2).

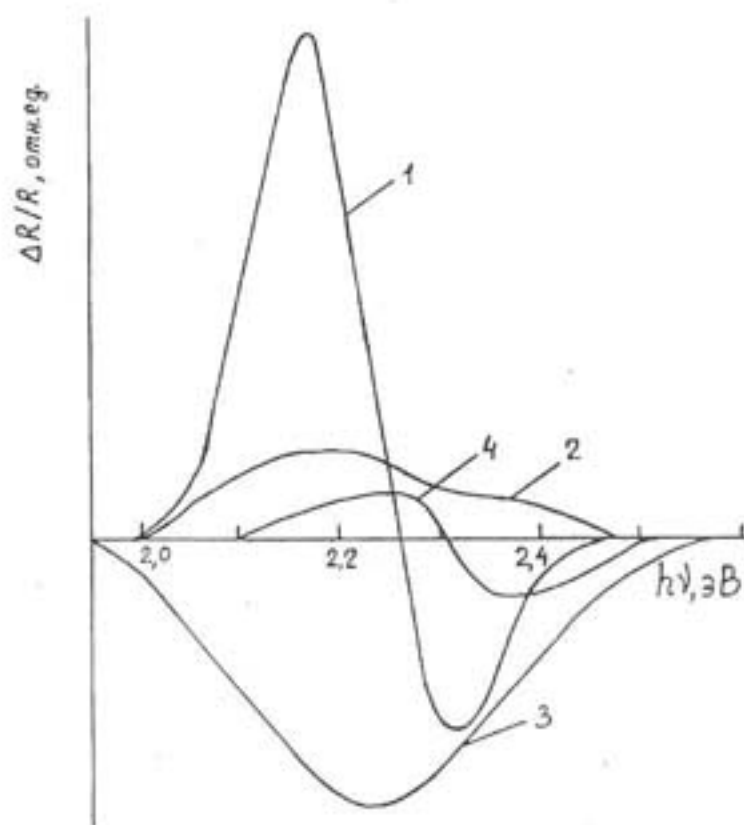


Рис.1. Спектры электроотражения кристалла HgCdMnTe  
 $U_1=0$ ,  $U_2=0.4$  В

1 - исходная химически травленная поверхность,  
2, 3, 4 - обработка аргоном с дозами  $1.2 \cdot 10^{15}$ ,  $7.2 \cdot 10^{15}$ ,  
 $1.56 \cdot 10^{17}$  ион/см<sup>2</sup>, соответственно.

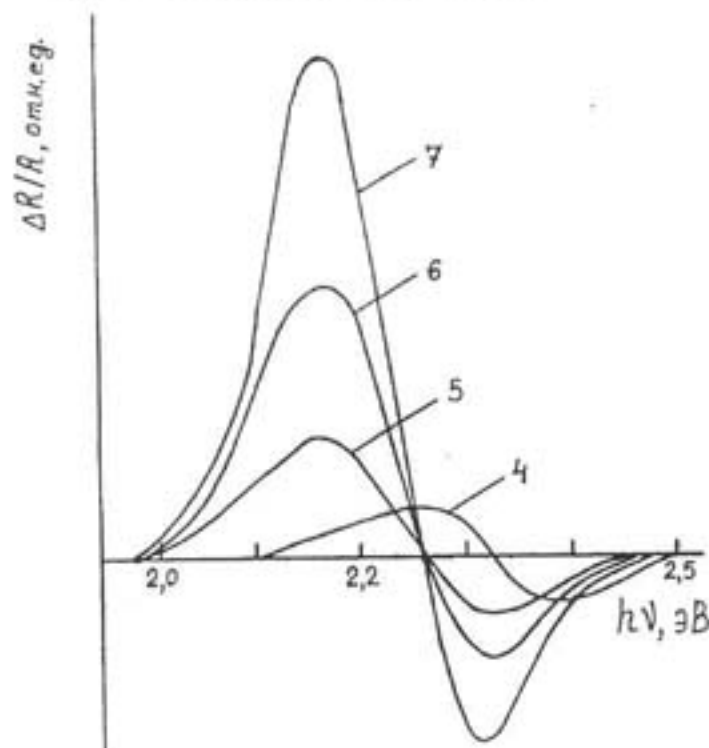


Рис.2. Спектры электроотражения кристалла HgCdMnTe  
 $U_1=0$ ,  $U_2=0.4$  В

4 - выдержка в электролите 1178 часов,  
5, 6, 7 - химическое травление нарушенного слоя,  
соответственно, 2,25, 3,75, 6 мкм.

Оцененная глубина проникновения ионов аргона, то есть толщина модифицированного слоя поверхности составила  $z \approx 6$  мкм.

По результатам измерений построены зависимости  $(\Delta R/R)_A$ ,  $(\Delta R/R)_B$ ,  $\Gamma$  и  $E_g$  от дозы облучения (Рис.3) и от глубины послойного травления (Рис.4).

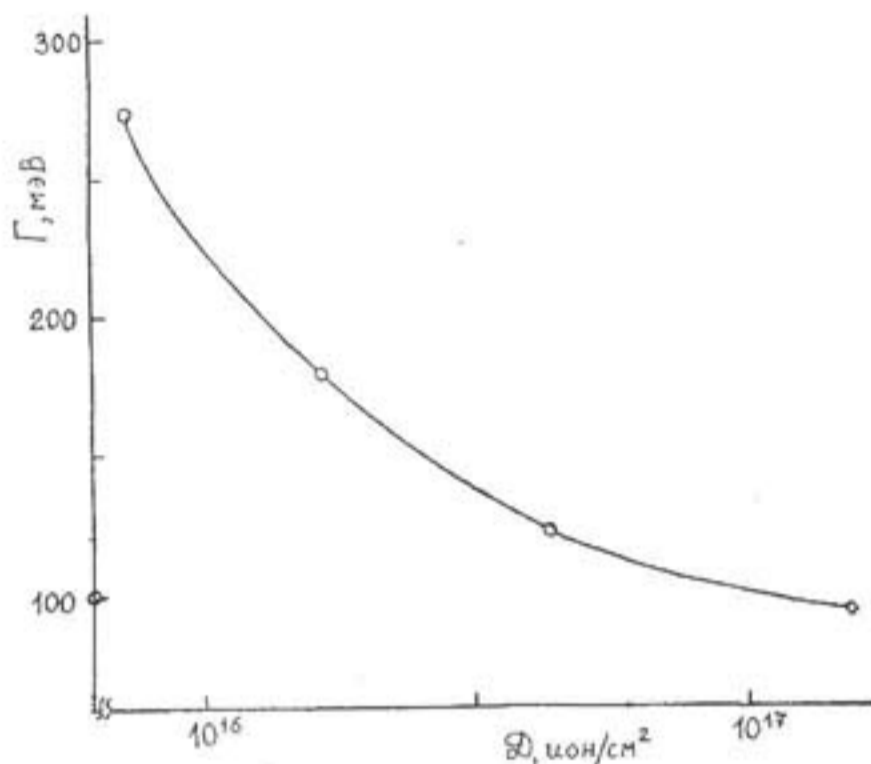


Рис.3. Зависимость параметра уширения спектров электроотражения кристаллов HgCdMnTe от дозы облучения аргоном.

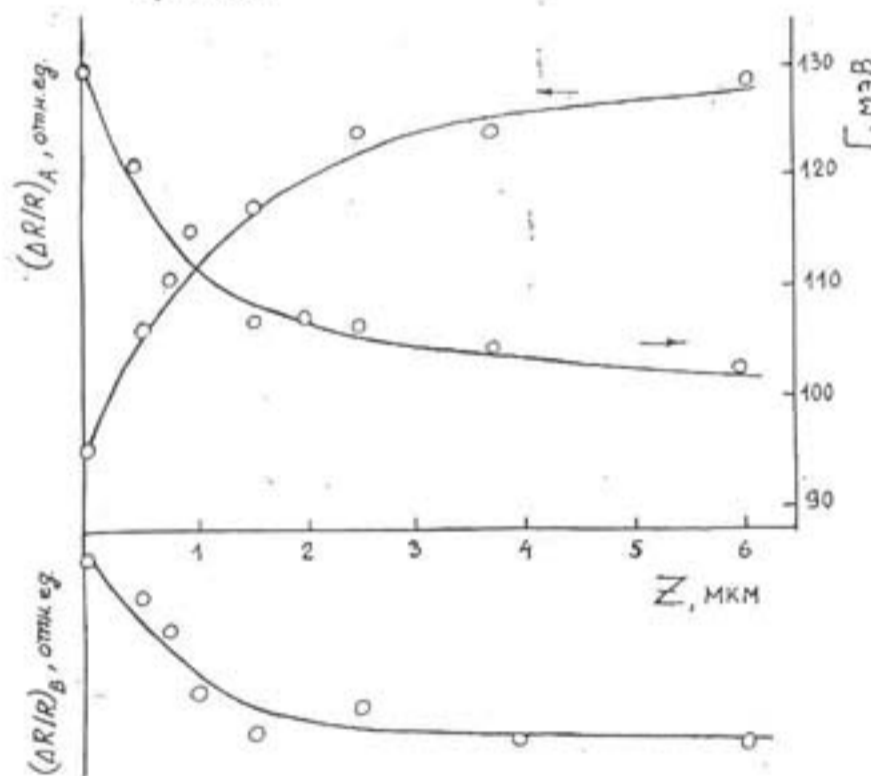


Рис.4. Изменение амплитуды пиков  $(\Delta R/R)_A$ ,  $(\Delta R/R)_B$  и параметра уширения спектра электроотражения света по глубине нарушенного слоя для кристалла HgCdMnTe.

Наблюдавшийся сдвиг энергии перехода в коротковолновую сторону, зависящий от дозы облучения, может быть следствием генерации механических напряжений в результате внедрения ионов.

Поставлен также эксперимент с целью оценки концентрации ионов аргона, компенсирующих изначальный

изгиб зон на поверхности кристалла. Для этого поэтапная запись спектра электроотражения после каждого акта облучения определенной дозой проводилась как без напряжения смещения на образце ( $U_+ = 0$  В;  $U_- = 0.4$  В) (Рис. 1), так и с напряжением смещения ( $U_+ = -0.2$  В;  $U_- = 0.4$  В) (Рис.5).

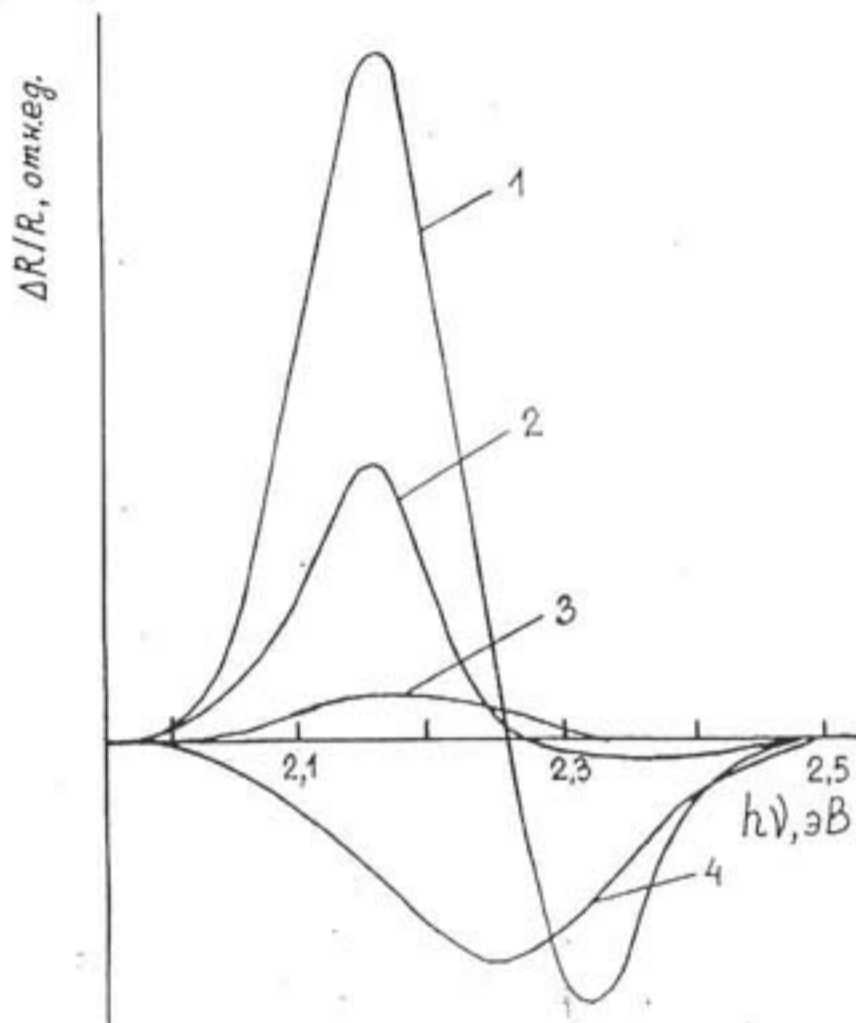


Рис.5. Спектры электроотражения кристалла HgCdMnTe  $U_+ = -0.2$  В,  $U_- = 0.4$  В  
1 - исходная химически травленная поверхность, 2, 3, 4 - обработка аргоном с дозами  $1.2 \cdot 10^{15}$ ,  $3.6 \cdot 10^{15}$ ,  $7.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup>, соответственно.

Из сопоставления таких спектров выкает следующее. Уже при дозе  $D = 1.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> воздействующей на поверхность, амплитуда спектра, записанного при нулевом смещении, практически упала до нуля (Рис.1 кривая 2), а при несколько большей дозе  $D = 7.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> происходит смена фазы спектра (Рис.1 кривая 3). Такая инверсия спектра говорит об изменении поверхностного изгиба зон от отрицательного через плоские зоны к положительному. Можно считать, что при условиях эксперимента, заряд ионов аргона, соответствующий дозе  $D_1 = 1.2 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> с, нейтрализует изначальный поверхностный потенциал образца.

При напряжении смещения  $-0.2$  В амплитуда спектра от обработанной поверхности проходит через нуль примерно при дозе  $D_2 = 3.6 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> (Рис. 5 кривая 3). Следовательно доза ионов  $D_2 - D_1 = 2.4 \cdot 10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> создает на поверхности потенциал, равный по величине приложенному смещению  $-0.2$  В. При этом поверхностный потенциал исходного кристалла, который нейтрализуется зарядом с поверхностной плотностью  $\sigma = q_0 D_1 \approx 1.9 \cdot 10^{-4}$  Кл/см<sup>2</sup>, оказывается равным  $-0.1$  В.

[1] И.М. Алиев. Физика, 1996, т. 2, № 1, с. 52-53.

[2] D.E. Aspnes. Surface Sci., 1973, v. 37, №2, p.418-442.

[3] W.Franz, Z.Naturforschung. 1958, v. 13, №6, p.484-489.

И.М. АЛИЕВ

İ.M. Əliyev

## ARQON PLAZMASINDA İŞLƏNMİŞ HgCdMnTe KRİSTALLARININ ELEKTRİKƏKSETDİRMƏSİ

Arqon mühitində ion-plazma şüalanmasının HgCdMnTe bərk məhlullarında səth modifikasiyasına təsiri tədqiq olunmuşdur. Şüalanmanın müxtəlif dozalarında bu kristalların elektrikəksetdirmə spektrləri tədqiq olunur. Həmin kristalların səthində arqon ionlarının daxil olma qalınlığı təyin olunur.

I.M. Aliyev

## THE INFLUENCE OF ARGON PLASMA ON ELECTROREFLECTANCE OF HgCdMnTe CRYSTALS

This paper present the result of investigation of influence of argon plasma on presence of defects and surface state of HgCdMnTe crystals. The dependence of different dose of argon irradiation on the electroreflection spectra of HgCdMnTe crystals have been investigated.

*Дата поступления: 05.05.98*

*Редактор: Б.Г. Тагиев*