

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГИЙ ПЕРЕХОДОВ E_1 И $E_1 + \Delta_1$ В СОЕДИНЕНИЯХ $Hg_{1-x}Mn_xTe$ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООТРАЖЕНИЯ

Б.М.РУСТАМБЕКОВ, Ф.Х.МАМЕДОВ

Physics Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences.

Az-1143, Baku, Javid str. 33

$Hg_{1-x}Mn_xTe$ bərk məhlullarının elektrik əksətmə spektrlərinə əsasən E_1 və $E_1 + \Delta_1$ keçid enerjilərinin tərkibində (x) asılılığını aproksimasiya edən polinom əmsalları təyin edilmişdir. Yarımqəçiricilərin səthinin strukturunun lokal topoqrafik tədqiqinin mümkünlüyü göstərilmişdir.

На основании спектров электроотражения твердых растворов $Hg_{1-x}Mn_xTe$ определялись коэффициенты полиномов, аппроксимирующих зависимость энергии переходов E_1 и $E_1 + \Delta_1$ от состава x . Показана возможность локального топографического исследования структуры поверхности полупроводника.

By the electroreflection spectra of $Hg_{1-x}Mn_xTe$ solid solution the polynomial coefficients expressing the dependences of transition energies E_1 and $E_1 + \Delta_1$ on concentration parameter x are determined. The possibility of local topographic investigations of composition non-uniformity on the surface of semiconductor is shown.

1. ВВЕДЕНИЕ.

В настоящее время проявляется большой интерес к относительно новому классу веществ в форме узкозонных полумагнитных материалов, включающих твердые растворы $Hg_{1-x}Mn_xTe$, которые в области $x < 0,3$ имеют структуру цинковой обманки и являются прямыми полупроводниками с энергией перехода (определяемой как $E_j = E_{G_6} - E_{G_8}$) в центре зоны Бриллюэна.

Мы можем видеть, как с возрастанием содержания Mn в твердом растворе непрерывно меняется электронная зонная структура (1,2), что делает $Hg_{1-x}Mn_xTe$ перспективным материалом для инфракрасных детекторов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ.

Возрастание содержания Mn вместе с изменением ширины запрещенной зоны находится в соответствии с энергиями переходов ($E_1, E_1 + \Delta_1$ и т.д.), которые в тройных твердых растворах выражены в форме квадратичных полиномов (3), учитывающих содержание марганца x

$$E = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

В случае оптического перехода E_1 $Hg_{1-x}Mn_xTe$ мы можем применить два аппроксимирующих полинома с коэффициентами, выводимыми из оптического отражения (1) и полином, содержащий анализ спектра электроотражения (4).

Нашей целью было исследование оптических переходов E_1 и $E_1 + \Delta_1$ твердых растворов $Hg_{1-x}Mn_xTe$ методом электролитического электроотражения и определение коэффициентов полинома (1).

Монокристаллы $Hg_{1-x}Mn_xTe$ были выращены методом направленной кристаллизации с использованием Te в качестве растворителя.

Микроструктура исследованных образцов характеризуется одновременным распределением дислокаций со средней плотностью $(3 \div 5) \times 10^8 \text{ см}^{-2}$

Распределение Mn определялось рентгеновским микроспектрометрическим анализом со сканированием по поверхности образца рентгеновским лучом. Результаты представлены на рис.1 как зависимость состава марганца x от координат образца.

Спектры электроотражения записывались электромодуляционной системой с автоматической регистрацией и выводом данных на дисплей (5).

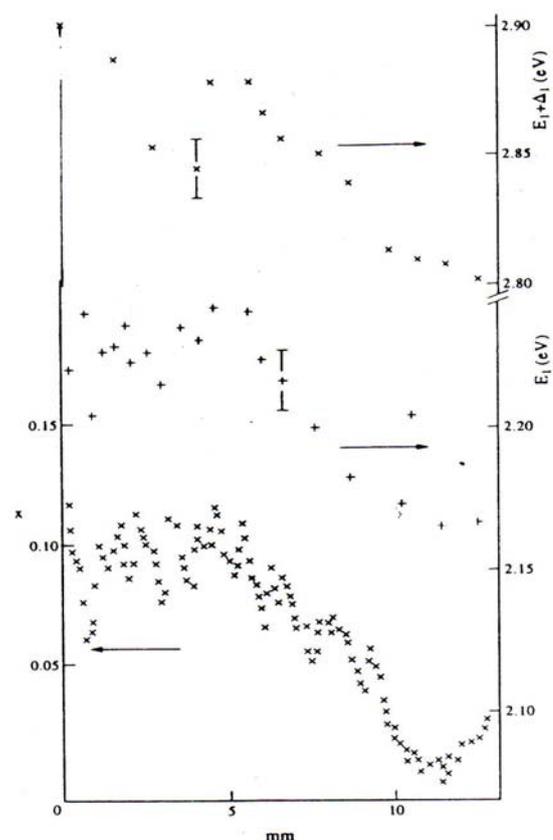


Рис.1. Зависимость концентрации x марганца от координат

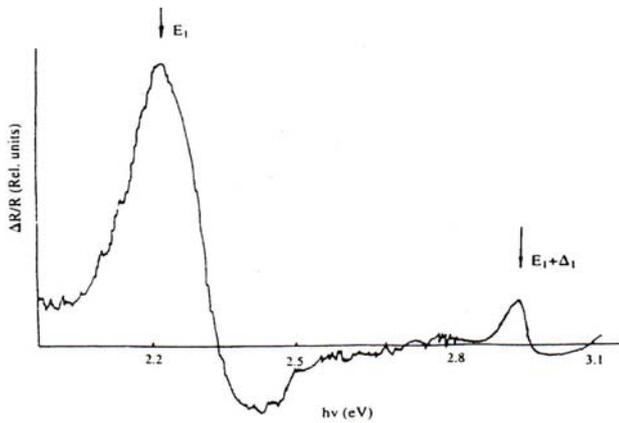


Рис.2. Спектр электроотражения, записанный в ходе сканирования образца в направлении изменения состава x

Мы записали в ходе сканирования образца двадцать одну точку в направлении измерения состава твердого раствора, $Hg_{1-x}Mn_xTe$ один из которых показан на рис.2.

Мы наблюдали пики : в области 2,1-2,4 эв, принадлежащие прямому оптическому переходу E_1 в критической точке М зоны Бриллюна в направлении [111] и в области 2,7 -3,0эв -спин орбитальному расщеплению $E_1 + \Delta_1$

Мы всегда анализировали две точки , изображающие чистые компоненты раствора и нашли , что $E_1=2,12$ эв для $HgTe$ (2,4) и $E_1= 3,60$ эв для $MnTe$ (4). Этот анализ привел к следующим полиномам :

$$E_1(x) = 0,414x^2 + 1,065x + 2,12 \quad (2)$$

$$E_1(x) + \Delta_1 = 0,38x^2 + 1,23x + 2,76 \quad (2 \text{ а})$$

Спектры электроотражения дают зависимость энергий E_1 и $E_1 + \Delta_1$ оптических переходов от состава марганца x .

Эти переходы были наиболее подходящими для исследования ,потому что их энергии находятся в области 2,12-3,6 эв , тогда как типичная ширина запрещенной зоны составляет для данного вещества несколько десятых долей от электронвольта.

Наши измерения проводились при комнатной температуре ,при частоте модуляции 512 Гц и локальности точек измерения диаметром 50 мкм.

Результаты локального топографического исследования поверхности твердых растворов $Hg_{1-x}Mn_xTe$ показаны на рис.3

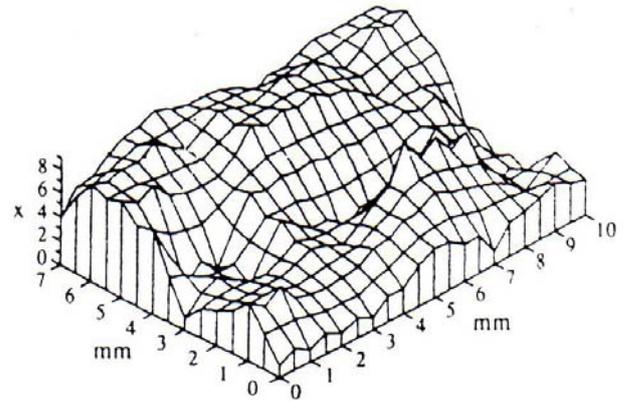
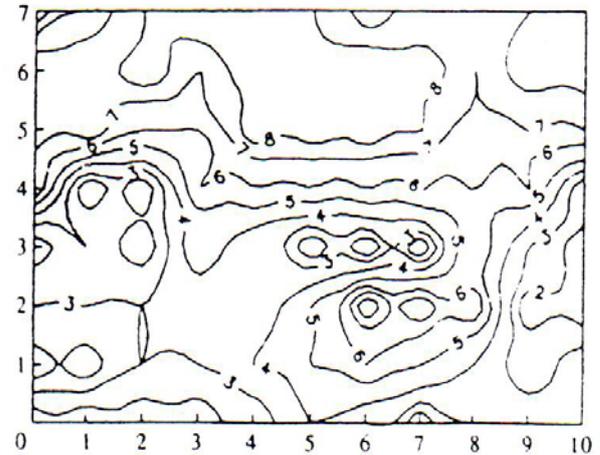


Рис.3. Топографические исследования поверхности твердых растворов $Hg_{1-x}Mn_xTe$

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод электролитического электроотражения позволяет получать двух и трех - координатные топографические карты вариаций состава различных твердых узкозонных растворов с использованием полиномиальных $E_1(x)$

- | | |
|--|---|
| [1]. <i>T.Kendelewicz, E.Kierzek-Pocold.</i> Solid State Commun. 25,579 (1978). | [4]. <i>J.N.Wrobel, L.C.Bassett, J.L.Aubel, S.Sundaram.</i> J.Appl.Phys. 60, 1135 (1996). |
| [2]. <i>I.Lyapilin, I.M.Tsidilkovskii,</i> Usp. Fiz. Nauk 146,35 (1985) (Sov.Phys.Usp.28,349 (1985). | [5]. <i>D.E.Aspnes</i> Third-derivative modulation spectroscopy with low field electroreflectance Surface Science, 2003. 37,2 p. 418-442. |
| [3]. <i>A.Moritani, K.Tanigichi, C.Hamaguchi,</i> J.Phys. Soc.Jpn. Phys.60,1135 (1996). | |