

## ВЗАИМОДИФФУЗИЯ В СВЕРХРЕШЕТОЧНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ PbTe-SnTe

Сипатов А.Ю., Иващенко Е.П.

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков*

Сверхрешетки (многослойные структуры с периодическими наноразмерными слоями полупроводников) открывают широкие возможности как для фундаментальных исследований в области физики твердого тела, так и для создания новых функциональных элементов. Для таких структур важное значение имеет состояние межфазных границ - их шероховатость, резкость перехода от одного слоя к другому, наличие и величина перемешанных зон, а также временная и температурная стабильность их структуры и свойств. Диффузионные процессы в таких сверхтонких слоях с большим градиентом концентраций элементов могут иметь свои особенности и отличия от массивного состояния. Поэтому, исследования взаимодиффузии слоев в сверхрешетках (СР) имеет очень важное значение как в теоретическом, так и в практическом аспектах.

Одним из наиболее эффективных методов исследования СР является рентгеновская дифракция, которая позволяет по изменению интенсивности рефлексов-сателлитов не только проследить процессы перемешивания слоев, но и определить коэффициенты их взаимодиффузии:

$$\ln[I_k(\tau_2)/I_k(\tau_1)] = -8k^2\pi^2D(\tau_2-\tau_1)/H^2 \quad (1)$$

где:  $D$  - коэффициент диффузии;  $H$  - период сверхрешетки;  $k$  - порядок рефлекса-сателлита;  $I_k$  - относительная интенсивность рефлекса-сателлита  $k$ -го порядка, нормированная на интенсивность рефлекса нулевого порядка;  $\tau$  - время отжига.

Предметом исследования данной работы являются СР PbTe-SnTe с периодами 28 нм (число периодов - 20). Серия диффузионных отжигов проводилась в вакууме при температурах 473 К, 523 К и 573 К. Периодически образцы вынимались для рентгеновских съемок по схеме  $\Theta - 2\Theta$  в отражении (200).

Установлено, что имеется два этапа диффузии для данных материалов: быстрая (на начальных этапах отжигов) и медленная. Используя выражение (1) были определены коэффициенты взаимодиффузии материалов слоев, значения которых составляют:

для быстрой диффузии:  $D = 8 \times 10^{-18}$  см<sup>2</sup>/с (473 К);  $1 \times 10^{-16}$  см<sup>2</sup>/с (523 К);  $2.9 \times 10^{-16}$  см<sup>2</sup>/с (573 К);

для медленной:  $D = 1.4 \times 10^{-18}$  см<sup>2</sup>/с (473 К);  $1.8 \times 10^{-17}$  см<sup>2</sup>/с (523 К);  $4.8 \times 10^{-17}$  см<sup>2</sup>/с (573 К);

Учитывая закон Аррениуса ( $D = D_0 \exp(E/kT)$ ), были определены значения энергии активации  $E$  и предэкспоненциального множителя  $D_0$  для этапов быстрой и медленной диффузии:

для быстрой:  $D_0 = 1.9 \times 10^{-9}$  см<sup>2</sup>/с;  $E = 0.77$  эВ;

для медленной:  $D_0 = 1.5 \times 10^{-9}$  см<sup>2</sup>/с;  $E = 0.85$  эВ.