

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; τ - 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: $D = 8 \times 10^{-18}$ см²/с (473 К); 1×10^{-16} см²/с (523 К); 2.9×10^{-16} см²/с (573 К);

для медленной: $D = 1.4 \times 10^{-18}$ см²/с (473 К); 1.8×10^{-17} см²/с (523 К); 4.8×10^{-17} см²/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: $D_0 = 1.9 \times 10^{-9}$ см²/с; $E = 0.77$ эВ;

для медленной: $D_0 = 1.5 \times 10^{-9}$ см²/с; $E = 0.85$ эВ.