Кинетическая модель формирования состава твердых растворов $\text{InAs}_x\text{Sb}_{1-x}$: влияние скорости роста

Емельянов Е.А., Пулято М.А., Преображенский В.В., Петрушков М.О., Семягин Б.Р., Васев А.В.

ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-101

МЛЭ твердых растворов $\text{InAs}_x\text{Sb}_{1-x}$ с заданной долей мышьяка x является сложной задачей. Это обусловлено тем, что состав в подрешетке пятой группы зависит от температуры роста (T_s), величины и соотношения потоков атомов индия (J_{In}), молекул мышьяка (J_{As}) и сурьмы (J_{Sb}). Самостоятельным фактором, влияющим на процесс формирования состава твердого раствора, является скорость роста (V_g).

Целью данной работы было построение кинетической модели, объясняющей влияние V_g на состав твердых растворов $\text{InAs}_x\text{Sb}_{1-x}(100)$ при молекулярно-лучевой эпитаксии.

В основу разработанной модели легли подходы, примененные нами при создании кинетической модели для описания роста твердых растворов $A^{\text{III}}P_x\text{As}_{1-x}$ [1]. Модель была изменена с учетом присутствия сверхмонослойного покрытия из молекул элементов пятой группы [2]. В модели учтено, что на поверхности террас протекают процессы замещения хемосорбированных димеров Sb молекулами As_2 , а область роста локализована вдоль движущихся краев террас. Замещение димеров Sb молекулами As_2 в сверхмонослойном покрытии происходит по механизму реакции обмена по всей поверхности террасы. Действие механизма замещения на поверхности террасы прекращается с приходом фронта роста верхней террасы. Влияние процессов, протекающих на краю террасы, на состава твердого раствора лимитируется скоростью обновления края террасы, а влияние обменных процессов на ее поверхности – временем роста одного монослоя. Увеличение V_g ведет к росту скорости движения краев террас, а, следовательно, к уменьшению времени на замещение димеров Sb молекулами As_2 на поверхности террасы, что ведет к снижению доли мышьяка.

На рис. 1. представлены экспериментальные и модельные значения доли мышьяка x в твердом растворе $\text{InAs}_x\text{Sb}_{1-x}$ в зависимости от V_g . Модельные значения доли мышьяка совпадают с экспериментальными с точностью +5,8%, – 4,8%.

Работа выполнена в рамках ГЗ 0306-2016-0011, 0306-2018-0011 и при поддержке гранта РФФИ 18-32-00125.

[1] E. A. Emelyanov, M. A. Putyato, B. R. Semyagin, et al., *Semiconductors*, vol. 49, № 2, 157. (2015).

[2] C. F. Mcconville, T. S. Jones, F. M. Leibsle, et al., *Physical Review B*, vol.50, № 20, pp. 14965-14976, (1994).

Рис.1. – Зависимость доли мышьяка x в твердом растворе $\text{InAs}_x\text{Sb}_{1-x}$ от V_g .