МЛЭ твёрдых растворов GaP_xAs_{1-x} на вицинальных подложках: влияние отклонения на состав пленок

Е.А. Емельянов, М.О. Петрушков, И.Д. Лошкарев, А.В. Васев, Б.Р. Семягин, М.А. Путятю, В.В. Преображенский

ИФП СО РАН, Новосибирск, 630099, пр. ак. Лаврентьева 13

тел: (383)333-19-67, факс: (383)333-75-02, эл. почта: e2a@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-38

Твёрдые растворы GaP_xAs_{1-x} находят широкое применение для создания солнечных элементов, транзисторов с высокой подвижностью электронов и лазеров. Выращивание таких твёрдых растворов с заданным составом является сложной научно-технологической задачей. Это обусловлено тем, что формирование состава GaP_xAs_{1-x} в подрешётке пятой группы зависит от большого числа параметров роста, таких как температура (T_s), величины и соотношения потоков атомов галлия (J_{III}), молекул мышьяка (J_{As}) и фосфора (J_P). Известно [1,2], что состав твёрдых растворов, таких как $GaAs_xSb_{1-x}$ и $InAs_xSb_{1-x}$, зависит от величины угла разориентации подложки [1, 2]. Таким образом, при создании гетероструктур на базе слоёв твёрдого раствора GaP_xAs_{1-x} , следует учитывать эту зависимость.

В данной работе было исследовано влияние отклонения подложки $GaAs$ от сингулярной грани (100) в направлении $[110]$ на 0° , 1° , 2° , 3° , 5° и 7° на состав твёрдых растворов GaP_xAs_{1-x} . Слой твёрдого раствора выращивался одновременно на подложках всех ориентаций. Использовались потоки молекул As_2 и P_2 , скорость роста составляла 1 МС/с, $T_s = 500^\circ\text{C}$, толщина плёнки - 1 мкм. Выращенные образцы были исследованы методом высокоразрешающей рентгеновской дифрактометрии.

На рисунке представлена зависимость состава твёрдого раствора GaP_xAs_{1-x} от угла отклонения подложки $GaAs(001)$. Доля фосфора x монотонно возрастает от 0.24 при 0° , до 0.27 при 7° .

Полученные результаты были объяснены в рамках разработанной модели формирования состава твердых растворов замещения по пятой группе соединений $A^{III}B^V$.

Увеличение угла разориентации подложки приводит к росту плотности террас в направлении отклонения. При этом скорость обновления краёв террас уменьшается и увеличивается время экспозиции вновь сформированного края террасы в потоках молекул As_2 и P_2 . В течении этого времени (до

прихода очередного фронта роста) происходит изменение состава анионного слоя поверхности, сформированного на фронте роста, за счет адсорбционно-десорбционных процессов. В результате этих процессов состав анионного слоя изменяется в сторону увеличения доли фосфора.

Литература

- [1] K. Mochizuki, T. Nishinaga // Jpn. J. Appl. Phys. 1988. **27**, p. 1585.
- [2] Е.А. Емельянов, А.В. Васев и др. // ФТП. 2019. Т.53, вып.4. С.513-519.