Молекулярно-лучевая эпитаксия и электронные свойства легированного кремнием GaAs (110)

Клочков А.Н., Галиев Г.Б., Климов Е.А., Пушкарев С.С., Галиев Р.Р., Копылов В.Б.
ИСВЧПЭ РАН, 117105, Москва, Нагорный проезд, 7, стр. 5

DOI 10.34077/Semicond2019-107

Эпитаксиальные слои и гетероструктуры на основе семейства полупроводников III-V, полученные на подложках с ориентациями поверхности (110), обладают рядом интересных свойств по сравнению со структурами на классических подложках (100). При взаимодействии фемтосекундных лазерных импульсов с поверхностью полупроводников (110) [1] за счёт эффектов нелинейного оптического выпрямления происходит генерация ТГц электромагнитных импульсов с интенсивностью, существенно большей (100). Данный эффект можно дополнительно усилить в гетероструктурах (110) за счёт особенностей электронной зонной структуры и латерального пьезоэлектрического эффекта. Рост GaAs на подложках GaAs (110) при стандартных условиях приводит к шероховатой, фасетированной поверхности. Более гладкая морфология поверхности, согласно литературным данным, обычно получалась при пониженных температурах роста $T_G = 460 \div 520$ °C, при высоком избыточном потоке мышьяка и малых скоростях роста [2].

В работе исследована зависимость электронных и структурных свойств пленок GaAs (110) от условий получения в процессе молекулярно-лучевой эпитаксии. Целью работы являлось определение условий роста, обеспечивающих: 1) минимальную шероховатость слоев GaAs, 2) наибольший коэффициент активации примесных атомов Si, 3) наибольшую интенсивность фотолюминесценции слоев GaAs (110). Данные условия роста могут быть использованы для получения различных слоев гетероструктур (110): буферного слоя, легирующих слоев, активных слоев, соответственно. Слои GaAs, однородно легированные кремнием с $N_{Si} \approx 6 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, выращивались при различных температурах подложки $T_G = 400 \div 620$ °C и отношениях давлений молекул As₄ и атомов Ga $\gamma = 25 \div 80$. Рост осуществлялся путем индиевой приклейки подложек GaAs (110) и (100) на молибденовые диски. Морфология поверхности образцов исследовалась методами атомно-силовой микроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Концентрация и подвижность носителей заряда определялись измерением проводимости и эффекта Холла. Оптические свойства исследовались методом спектроскопии фотолюминесценции при 77 К. Обнаружено, что диапазоны ростовых условий, обеспечивающих минимальную шероховатость поверхности и оптимальные электронные свойства слоев GaAs (110) различны. В докладе обсуждаются обнаруженные зависимости электронной концентрации и подвижности, формы спектров фотолюминесценции от условий получения пленок Ga (110).

Морфология поверхности эпитаксиальных пленок GaAs (110) в зависимости от температуры роста при $\gamma = 50$ (сканирующий электронный микроскоп).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №18-32-20207 мол-а-вед).

[1] S. Hargreaves et al., *Phys. Rev. B*, 80, 195323 (2009).

[2] C.D. Yerino et al., *J. Vac. Sci. Technol. B*, 35, 010801 (2017).