

Атомно-гладкие поверхности GaAs(001) с прямолинейными моноатомными ступенями, индуцированными дислокациями

В.Л. Альперович^{1,2}, И.О. Ахундов¹, Н.С. Рудая¹, Д.М. Казанцев², Е.Е. Родякина¹, А.В. Латышев^{1,2}

¹ИФП СО РАН, пр. ак. Лаврентьева, 13, Новосибирск 630090, Россия

²Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия

тел: (383)330-98-74, факс: (383)333-27-71, эл. почта: alper_v@mail.ru

Атомно-гладкие поверхности полупроводников необходимы для научных исследований, а также для создания наноструктур и приборов микро- и оптоэлектроники. В работах [1, 2] нами была показана возможность получения поверхностей «epi-ready» подложки GaAs(001) с регулярными атомно-гладкими террасами, разделенными ступенями моноатомной высоты, путем отжига в условиях равновесия между кристаллом и парами мышьяка и галлия. Одна из проблем приготовления вицинальных поверхностей с морфологией, близкой к идеальной, состоит в том, что на реальной поверхности ступени не являются строго прямолинейными, поскольку их форма определяется плавным рельефом подложки, который не может быть выглажен в доступном диапазоне температур и длительностей отжига. В данной работе экспериментально показана возможность формирования сетки прямолинейных моноатомных ступеней, индуцированных дислокациями, которые генерируются благодаря релаксации термомеханических напряжений в гетероструктурах GaAs/AlGaAs на стеклянных подложках.

Двойная гетероструктура AlGaAs/p-GaAs/AlGaAs, выращенная на GaAs(001) подложке, приваривались к стеклянному диску методом диффузионной сварки. Подложка GaAs и стопорный слой AlGaAs удалялись селективным химическим травлением. Морфология поверхности изучалась методом атомно-силовой микроскопии. Установлено, что при отжигах в условиях равновесия с парами галлия и мышьяка в диапазоне температур 550–700°C на поверхности GaAs формируется сетка взаимно-перпендикулярных прямолинейных ступеней моноатомной высоты (~0.3 нм). Подобная «cross-hatch» картина, но с грубым рельефом высотой ~10 нм и более, типична для ростовых поверхностей гетероэпитаксиальных пленок, в которых происходит релаксация механических напряжений путем введения дислокаций несоответствия. Формирование сетки моноатомных ступеней от единичных дислокаций наблюдалось в данной работе впервые. Наряду с прямолинейными «дислокационными» ступенями, на поверхности формируются криволинейные «вицинальные» моноатомные ступени, разделяющие атомно-гладкие террасы, ширина которых определяется углом отклонения поверхности от сингулярной грани [1]. Обсуждаются возможные механизмы формирования сетки дислокационных ступеней, причины большей (по сравнению с вицинальными ступенями) стабильности их формы к термическим флуктуациям, а также взаимодействие дислокационных и вицинальных ступеней, приводящее к рекомбинации и эффекту «антипересечения» ступеней.

Литература

- [1] V.L. Alperovich, I.O. Akhundov, N.S. Rudaya, D.V. Sheglov, E.E. Rodyakina, A.V. Latyshev, and A.S. Terekhov, Appl. Phys. Lett. **94**, 101908 (2009).
- [2] I.O. Akhundov, V.L. Alperovich, A.V. Latyshev, and A.S. Terekhov, Appl. Surf. Sci. **269**, 2 (2013).