



Эшелонирование ступеней на поверхности GaAs(111)A при ленгмюровском испарении

АПН 2020

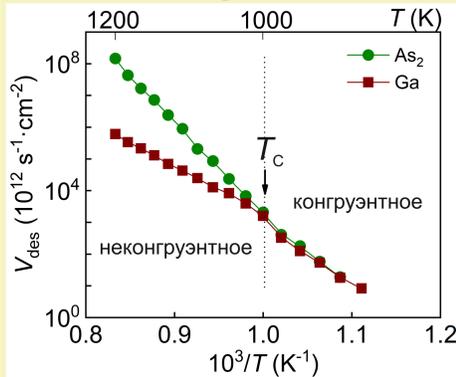
Спирина А.А.¹, Шварц Н.Л.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, ² НГТУ

Эшелоны ступеней

на Si: электромиграция атомов [1];
на GaAs: при MOCVD [2];
при отжигах в H₂ [3];
при ленгмюровском испарении [4];

Ленгмюровское испарение GaAs (испарение подложки в вакуум)



- T_c - max температура конгруэнтного испарения
- Конгруэнтное испарение ($T < T_c$) - послойное испарение, $V_{DES}(Ga) = V_{DES}(As_2)$
- Неконгруэнтное испарение ($T > T_c$) - $V_{DES}(As_2) > V_{DES}(Ga)$, формирование капель Ga

Как капли Ga влияют на эшелонирование ступеней?

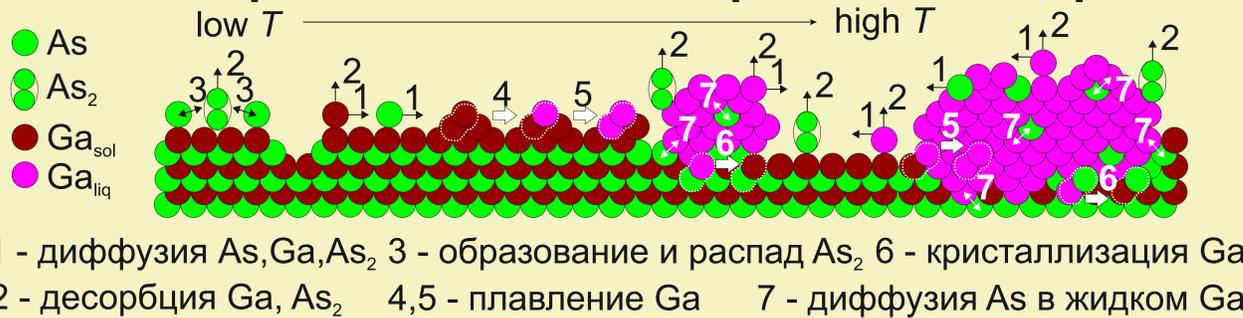
[1] A. V. Latyshev et al., Surf. Sci., 213, 157 (1989)

[3] K. Hata et al., Japanese J. Appl. Physics, 39, 4404 (2000)

[2] A. Chua et al., Appl. Phys. Lett., 92, 013117 (2008)

[4] J. Wu et al., PLoS One 6, 1 (2011)

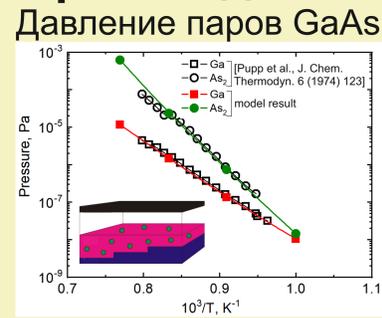
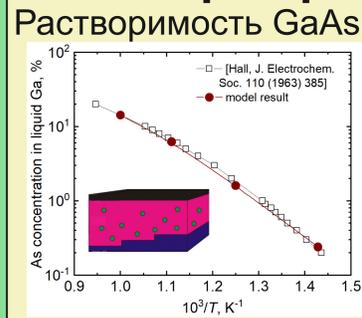
Монте-Карло модель ленгмюровского испарения



1 - диффузия As, Ga, As₂ 3 - образование и распад As₂ 6 - кристаллизация Ga
2 - десорбция Ga, As₂ 4,5 - плавление Ga 7 - диффузия As в жидком Ga

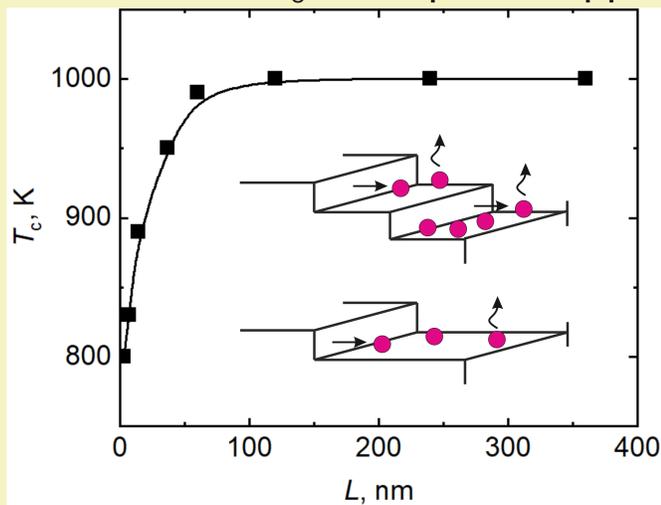
[A. Spirina, V. Alperovich, N. Shwartz, Appl. Surf. Sci. 540, 148281, 2021]

Выбор параметров модели



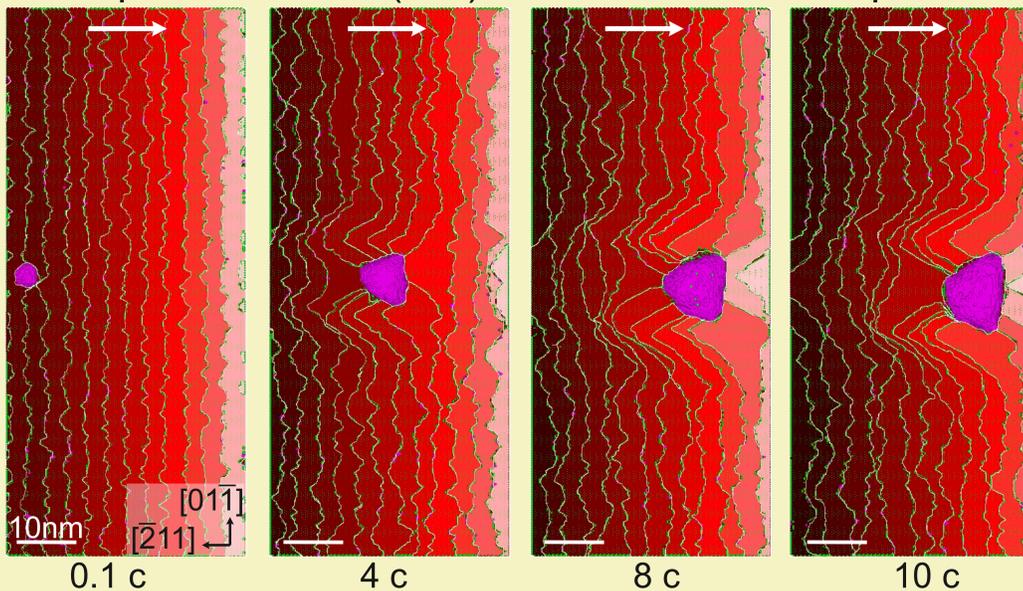
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зависимость T_c от ширины террас



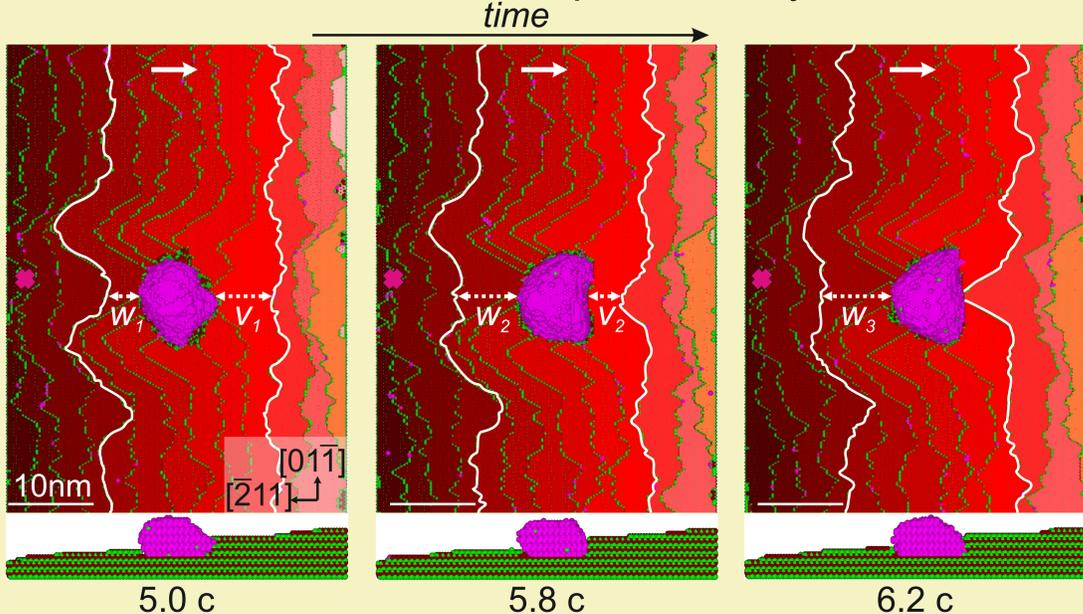
T_c уменьшается на 200 K при уменьшении ширины террас с 120 до 3 nm (увеличении угла отклонения от 0.1° до 5.2°)

Поверхность GaAs(111)A-5° после отжига при 840 K



Капля движется быстрее ступеней

Локальное эшелонирование ступеней



Изменение направления движения ступеней вблизи капель в процессе отжига

$$W_1 < W_2 < W_3$$
$$V_1 > V_2 > V_3 = 0$$

Заключение

При неконгруэнтном испарении на поверхности GaAs(111)A формируются капли галлия
На поверхностях с большим углом отклонения температура конгруэнтного испарения заметно уменьшается

Капли влияют на форму ступеней

Наличие капель галлия на поверхности с большим углом отклонения приводит к изменению направления движения ступеней в процессе отжига

Капли галлия инициирует формирование локального эшелона ступеней

Поддержано РФФИ №19-31-90023