

ОСОБЕННОСТИ ПИРОЛИЗА МОЛЕКУЛ МОНО-И ДИГЕРМАНА В УСТАНОВКАХ ГАЗОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ СЛОЕВ ГЕРМАНИЯ

Орлов Л.К., Ивина Н.Л., Кондрашина К.А., Морозова Е.А.
Нижний Новгород

Цель работы:

Исследование взаимодействия молекулярных пучков GeH_4 и Ge_2H_6 с поверхностью германия в методе химической эпитаксии

Аннотация

Получены аналитические выражения, связывающие скорость встраивания атомов германия в растущий кристалл с характерной частотой пиролиза молекул гидрида на поверхности германия в диапазоне ростовых (300-700°C) температур. На основе данных выполненных на сегодняшний день экспериментов для ряда кинетических моделей определена область характерных частот распада радикалов молекул гидрида, адсорбируемых поверхностью в рассматриваемом диапазоне температур. Изучено влияние особенностей температурной зависимости скорости роста пленок Ge, отличающие их поведение от аналогичных кривых, наблюдаемых при выращивании пленок Si из гидридов кремния, на характер распада фрагментов молекул гидрида Ge. Проанализирован вид зависимостей основных кинетических коэффициентов от характера взаимодействия молекулярного пучка с поверхностью в условиях заполнения поверхностных связей водородом.

Температурные зависимости скоростей роста пленок

Ge в вакууме из гидрида (а) и дигидрида (б) германия

а) Gunningham [1], Li [2],
Hartman [3];

б) Li [2]; Bramlet [4]

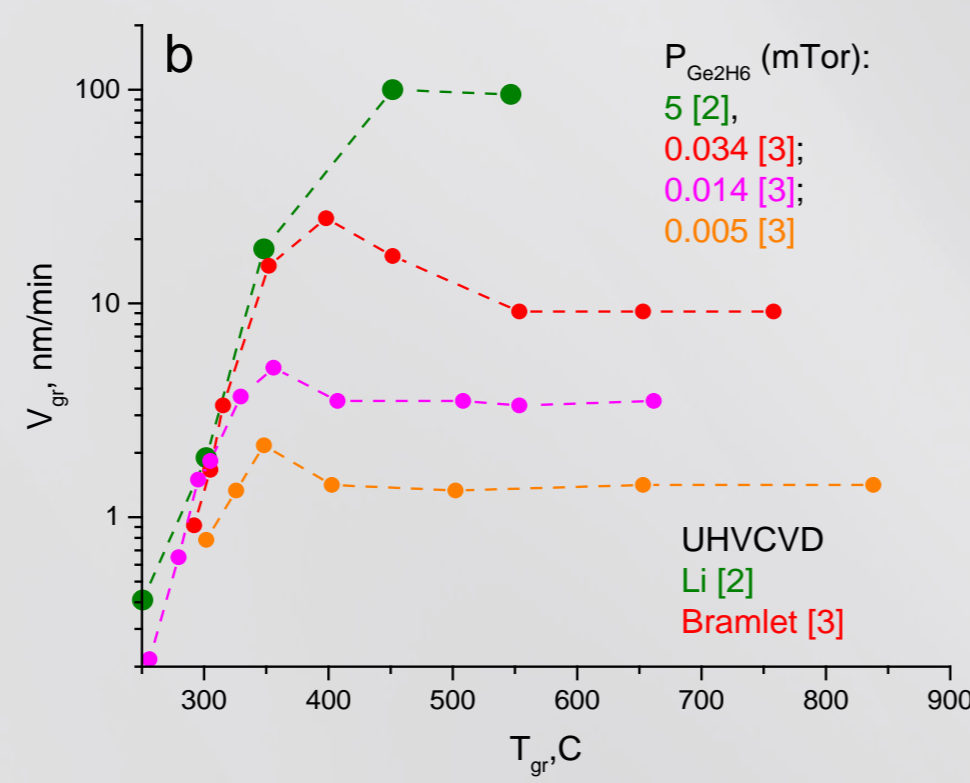
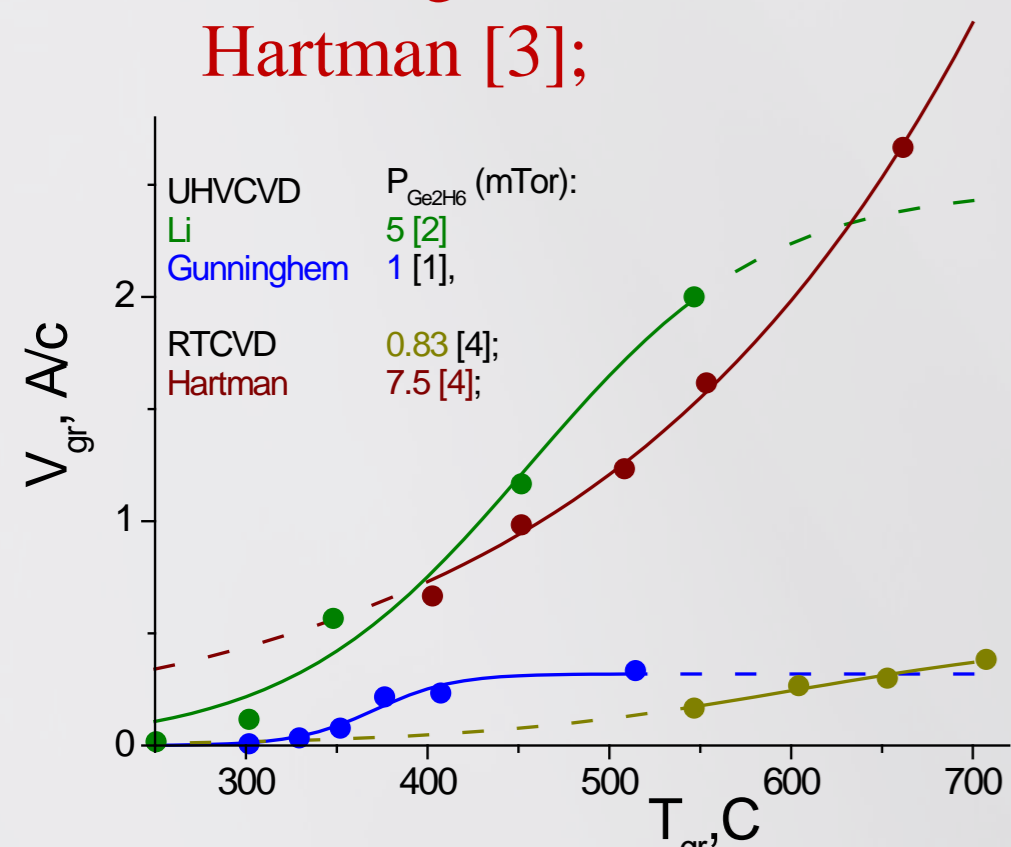
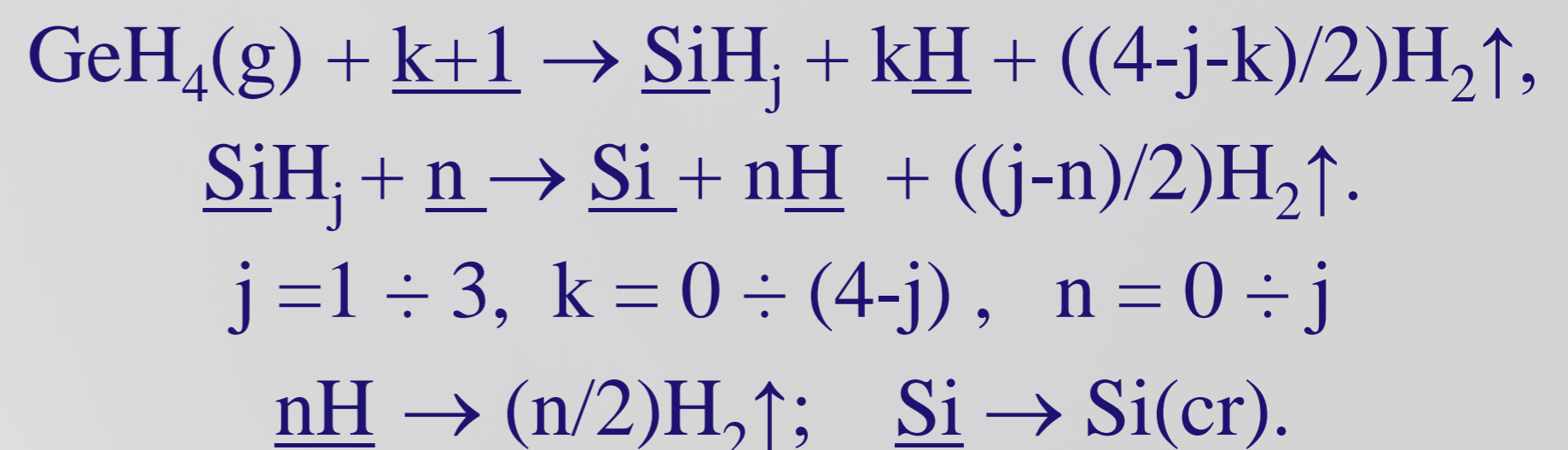


Схема мономолекулярных физико-химических реакций на ростовой поверхности Ge при выращивании пленок из моногермана

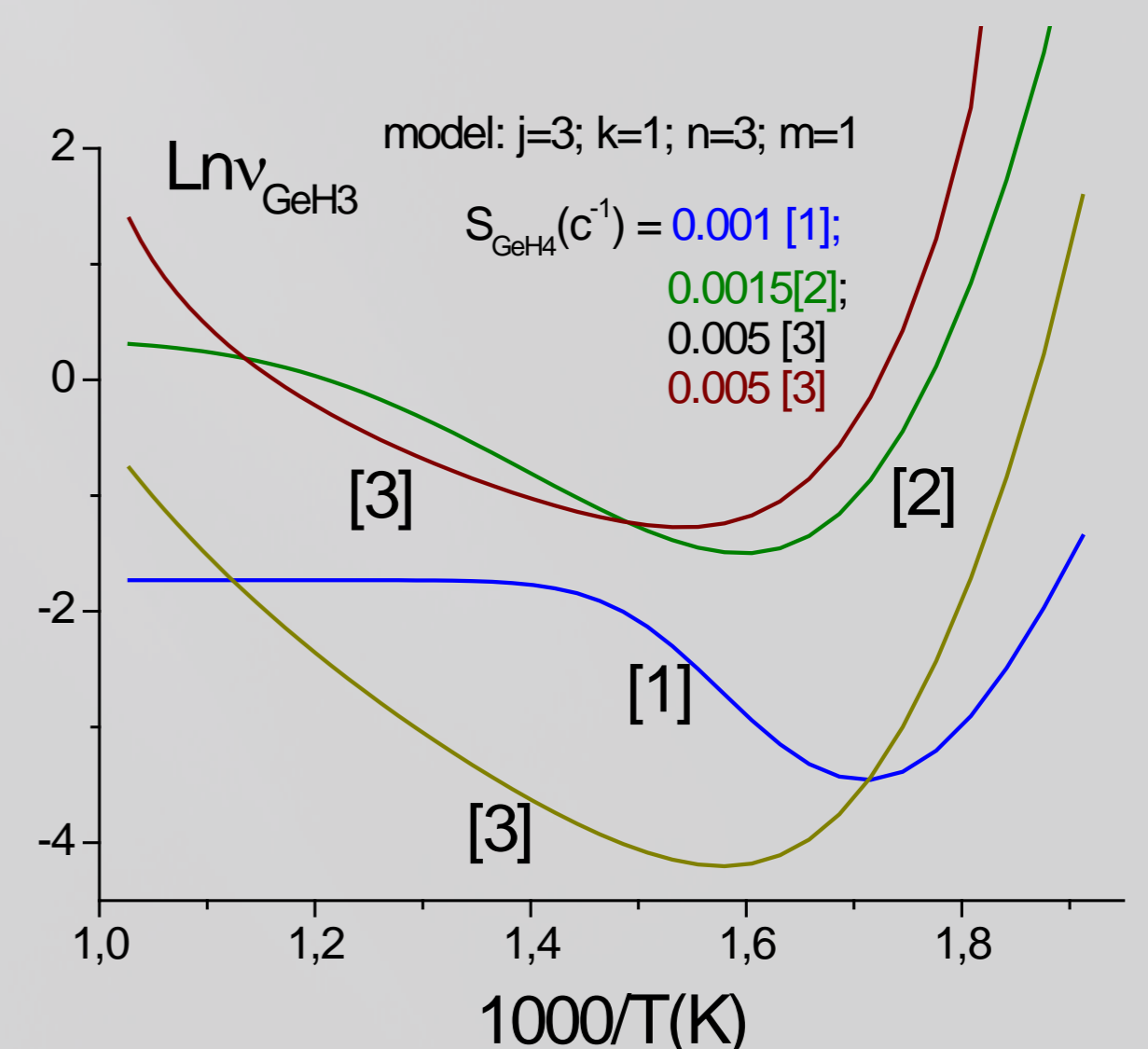
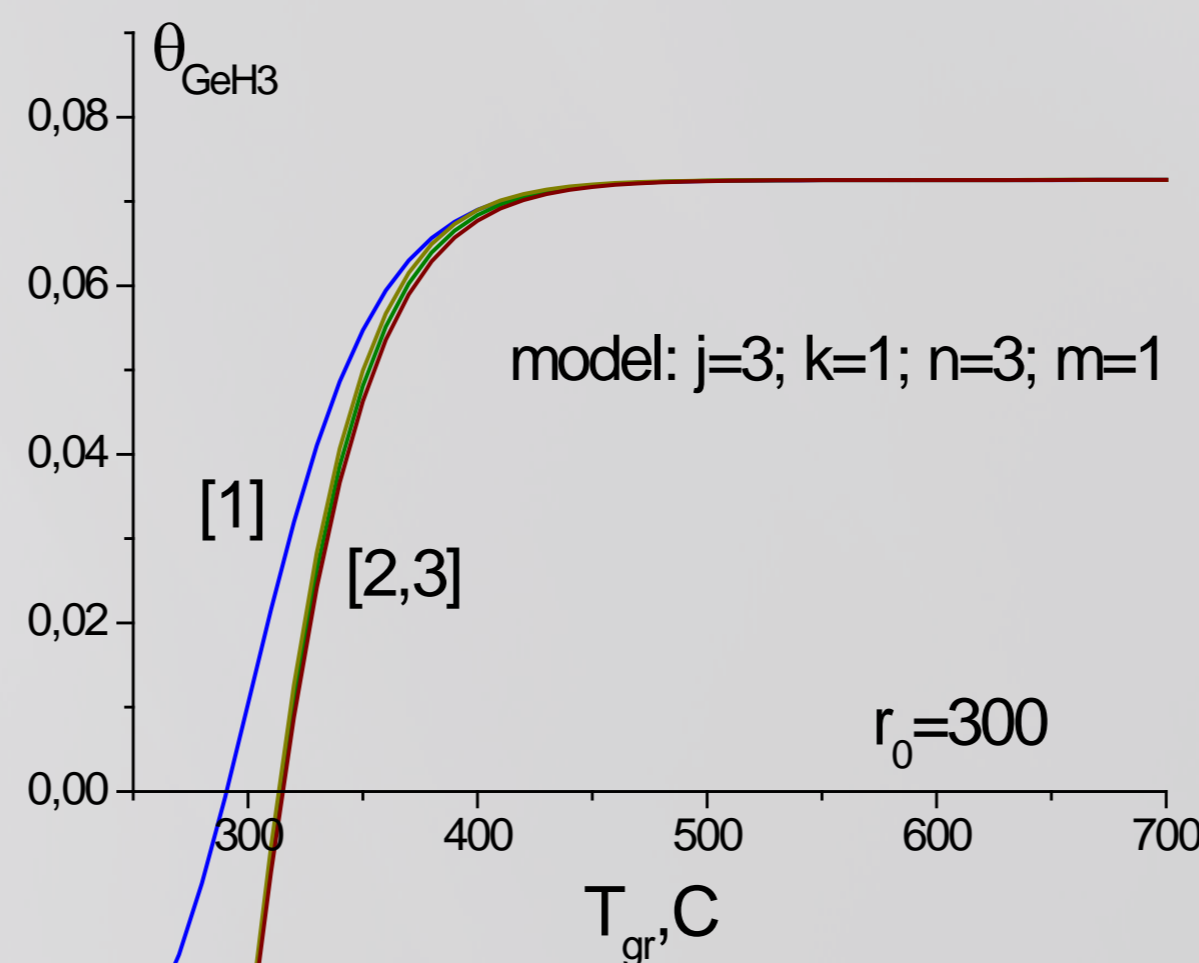
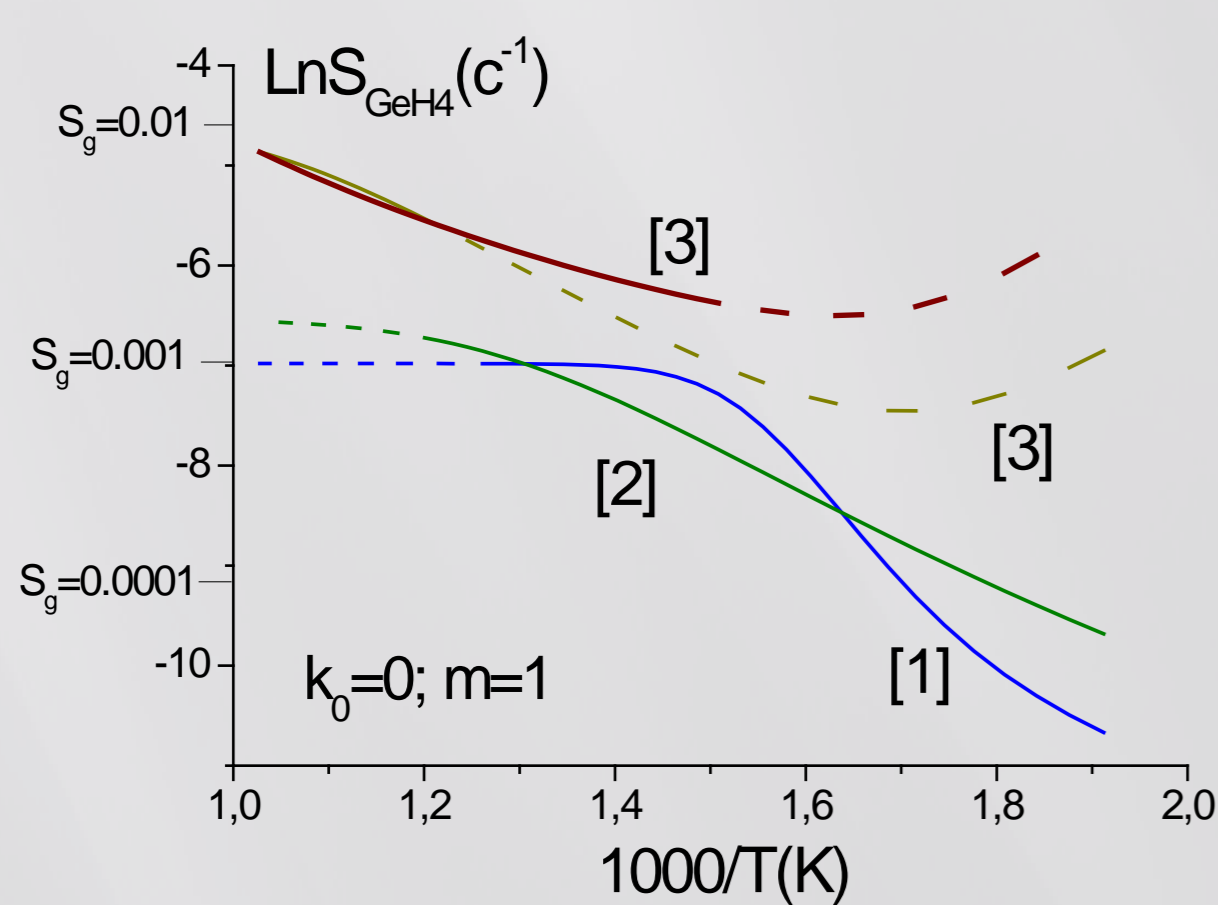


Скорости захвата S_{GeH_3} и распада v_{GeH_j} фрагментов молекулы германа на поверхности Ge от скорости встраивания атомов германия r_{Ge}

$$S_{\text{GeH}_4} = V_{\text{gr}}(T_{\text{gr}}) / l_0 (k_0 + 1)! F_{\text{GeH}_4} (1 - \theta_{\text{H}})^{k_0 + 1}$$

$$v_{\text{GeH}_j} = \{ j(1+1/j)^n + 1/2(n+1)! \} \alpha / \{ (\gamma - \alpha/r_{\text{Ge}}) [\gamma + (1+1/j)\beta^{1/(k+1)} - \alpha/r_{\text{Ge}}]^n \}$$

Коэффициенты α , β , γ выражаются через величины V_{gr} , θ_{H} , F_{GeH_4} , определяемые в эксперименте



Температурные зависимости скорости захвата молекул германа (S_{GeH_4}), концентрации адсорбируемых поверхностью молекул гермила (GeH_3) и скорости поверхностного распада молекул гермила на поверхности слоя германия

Литература:

1. Cunningham B., Chu J.O., Akbar S. // Appl. Phys. Lett. 1991. V. 59. P. 3574-3576.
2. Li C., John S., Quinones E.S. // J. Vac. Sci. Technol. 1996. V. A14. P. 170-183.
3. Hartmann J.M., Bertin F., Rolland G., Se´me´ria M.N., Bre´mond G. // Thin Solid Films. 2005. V. 479. P. 113-120.
4. Bramblett T.R., Lu Q., Lee N.E., Taylor N., Hasan M.A., Greene J.E. // J.Appl.Phys., 1995, v.77, N.4, p.1504-1513.
5. Орлов Л.К., Ивина Н.Л., Смылова Т.Н. // Журнал общей химии 2013, т.83, № 12, с.1975-1986.