

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЁНОК ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Ю.В. Каратунов, Л.А. Коледов

Московский государственный институт электронной техники (технический университет), г. Москва

Модель построена на основе следующих предположений и допущений:

- Реактор химического осаждения представляет собой аксиально – симметричную систему, температура которой в процессе осаждения поддерживается постоянной, поток газовой смеси в зазоре между подложками и стенками реактора ламинарен.

- Скорость процесса осаждения тонкой плёнки не зависит от кристаллографической ориентации подложки, структуры растущей плёнки.

- Потерями исходных реагентов за счёт реакции осаждения на стенках реактора можно пренебречь.

Теоретический анализ неоднородности толщины плёнки. Согласно модели для реакции и первого и второго порядков скорость реакции осаждения и толщина плёнки максимальны при $x = R_{II}$ и минимальны в центра пластины при $x = 0$.

Абсолютная неоднородность скорости осаждения плёнки δ (и соответственно её толщины h) в любой точке любой пластины партии равна $\delta = d(R_{II}) - d(0)$.

Значение относительной величины неравномерности скорости осаждения и неоднородности по толщине плёнки будет равна

$$\Delta = \frac{\Delta \delta}{\delta(R_{II})} = \frac{\delta(R_{II}) - \delta(0)}{\delta(R_{II})} = \frac{h(R_{II}) - h(0)}{h(R_{II})} = \frac{\Delta h}{h(R_{II})} \quad \text{и будет}$$

определяться формулами:

а) при реакции первого порядка для одной из подложек партии, расположенной на расстоянии λ от

$$\Delta_1(x) = 1 - \exp\left(-\frac{aK_1}{pID_1} R_I^2\right); \quad (1)$$

б) при реакции первого порядка вдоль партии подложек (вдоль оси реактора)

$$\Delta_1(\lambda) = 1 - \exp\left(-\frac{aK_1}{p, \vartheta} Q(R_{II}, R_p, l) \lambda\right), \quad (2)$$

в) при реакции второго порядка для одной из подложек партии, расположенной на расстоянии λ от начала зоны осаждения

$$\Delta_2(x) = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{R_n^2 K_2}{lp} \sqrt{\frac{ab}{D_1 D_2}} \sqrt{C_1(\lambda) C_2(\lambda)}\right)^2}; \quad (3)$$

г) при реакции второго порядка вдоль партии подложек

$$\Delta_2(\lambda) = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{p\lambda K_2}{g} Q(R_n, R_T, l) \sqrt{aC_1 bC_2}\right)^2}. \quad (4)$$

В формулах выражением $Q(R_n, R_T, l)$ обозначен геометрический фактор процесса осаждения, зависящий от способа расположения, размеров и числа пластин в зоне осаждения и от формы сечения (круглое, квадратное, прямоугольное) и размеров реактора.

Данные формулы могут быть использованы для оптимизации процесса осаждения путём априорного задания величины относительной неоднородности и последующего подбора значений управляемых параметров.

АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГИИ МАХОВИКАМИ

Е.М. Рябова, Ю.С. Тележный

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Создание высокопрочных материалов и опор обусловило возникновение предпосылки для создания перспективных инерционных аккумуляторов энергии.

Для аккумуляирования энергии широко применяются маховики или инерционные аккумуляторы. В общем случае под «инерционным» («динамическим») аккумулятором энергии понимается устройство, накапливающее ее во вращающейся массе. Инерционный аккумулятор содержит тело вращения, обладающее значительным моментом инерции - маховик, и систему для подвода и отведения энергии - трансмиссию. Маховик разгоняется путем подключения к источнику энергии, после отключения от которого накопленная энергия сохраняется длительное время и при необходимости используется. Таким образом, инерционный накопитель можно представить как систему «двигатель - маховик - генератор».