

01; 11

© 1992

О МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

И.Н. Алиев, П.П. Полуэктов

Невесомость и вакуум космоса открывают большие возможности для получения совершенных материалов. В работе рассматривается одна из возможностей управления содержанием примесей в материалах, приложимая к технологиям в невесомости.

Если материал содержит примеси, то их концентрация в поверхностном слое отличается от содержания в объеме, поскольку химпотенциалы различных компонент на поверхности различны. Если атомы примеси не взаимодействуют друг с другом, то их содержание на поверхности подчиняется изотерме Лэнгмюра [1]. Если поверхность материала несет на себе электрические заряды, то поверхностные атомы находятся под действием поля, причем в общем случае за счет конечной электропроводности заряды располагаются таким образом, что поле внутри материала зануляется. В электрическом поле химпотенциалы поверхностных атомов изменяются; функция распределения поверхностных атомов примеси (для занятых узлов на поверхности) имеет вид

$$f(E) = \left[1 + \frac{1}{AC} \exp \left(\frac{\varepsilon - \frac{1}{2} \alpha E^2}{kT} \right) \right]^{-1},$$

где C – концентрация примеси в объеме, A – константа, k – постоянная Больцмана, T – температура; ε , α – разность поверхностных химпотенциалов (без поля) и поляризуемостей атомов (молекул) примеси и матрицы соответственно, E – электрическое поле вблизи поверхности. Здесь ограничились предположением об отсутствии собственных зарядов и электрических моментов у атомов. Взаимодействие с полем осуществляется через наведенный дипольный момент.

Формула показывает, что все примеси, имеющие поляризуемость, большую поляризуемости атомов матрицы, накапливаются на поверхности. Кинетика накопления контролируется диффузией, которая задает характерное время процесса. Заметим, что изменение состава поверхности является причиной медленной релаксации поверхностного натяжения к значениям, зависящим от поля:

$$\sigma = \sigma_0 + \left(\varepsilon - \frac{1}{2} \alpha E^2 \right) (f(E) - f(0)) n_s,$$

где σ_0 - поверхностное натяжение в отсутствие поля, n_s - концентрация узлов на поверхности. Индуцированные изменения σ являются долгоживущими и изучение их может явиться основой метода измерения диффузии примеси в матрице при изучении релакции σ (например, с помощью капиллярных волн).

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K i t t e l Ch. Thermal Physics.: J. Wiley and Sons. 1969. 336 p.

Поступило в Редакцию
26 февраля 1992 г.