

УДК 621.382

**МЕТОД ОЦЕНКИ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖЕК,
ОБРАБОТАННЫХ ПЛАЗМОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА**

Маркушин М. А., Столбинский Д. В., Кричевский С. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В связи с развитием микроэлектроники и дифракционной оптики возникает необходимость перехода к широкоформатным подложкам при осуществлении технологических операций изготовления плёночных микроструктур. Размеры элементов интегральных микросхем становятся соизмеримы с локальными загрязнениями, что повышает требования к проведению процесса финишной очистки подложек. Для удаления таких загрязнений широко используются методы очистки в потоках низкотемпературной плазмы. Остаточную концентрацию органических загрязнений, которая имеет место быть при взаимодействии частиц плазмы внеэлектродного газового разряда (ПВГР) с органическими загрязнениями на поверхности подложек диоксида кремния, можно аналитически определить из соотношения:

$$C_d = \rho h - \frac{BM}{N_A} \left[\frac{(k_1 + k_3^C + k_3^H) \left| \exp\left(\frac{U - U_{gr}}{U}\right) - 1 \right| Z(1 - Y)(1 - \theta) +}{+k_i^* k_1 Z(1 - Y)\theta + k_e^* k_1 Y\theta} \right] I t, \quad (1)$$

где

$$Z = \left(1 - \frac{d}{d_{max}}\right) \frac{1}{qeS_K};$$

$$Y = \frac{\gamma_e \eta}{(1 + \gamma_e)} \exp[(\alpha - \alpha_n) d_{max}].$$

Эксперимент подтверждает адекватность метода оценки с использованием выражения (1). Обнаружено хорошее согласование показаний, полученных экспериментально и теоретически. Кроме того, исследования показали, что экспериментальные данные, полученные разными методами (измеренные методом конденсации, окунания и трибометрии), хорошо согласуются с теоретическими кривыми.

Режимы финишной очистки подложек в ПВГР, полученные с использованием выражения (1), обеспечивают параметры поверхности микрорельефа (рис. 1,а), значительно превосходящие аналогичные параметры микрорельефа, формируемого с применением химической очистки поверхности подложки (рис. 1,б).

Исследования, проведённые на СЗМ Solver PRO-M, показали изменение свойств поверхности с гидрофобных на гидрофильные в результате удаления плёнки вакуумного масла с поверхности, что подтверждает эффективность полученных режимов очистки.

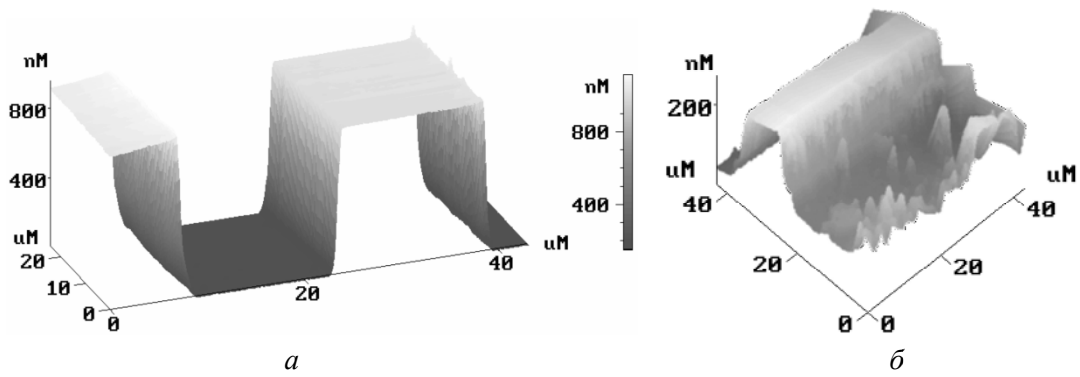


Рис. 1. Вид дифракционного микрорельефа на диоксиде кремния, полученного травлением в плазме CF_4/O_2 . Режимы травления: а – $I=80$ мА; $U=2$ кВ; $t=220$ с; б – $I=80$ мА; $U=2$ кВ; $t=70$ с, с применением: а – финишной очистки в плазме ПВГР ($I = 3$ мА; $U = 1,2$ кВ; время травления 10 с); б – то же, но без финишной очистки в ПВГР

Анализ зависимости адгезии маскирующих слоёв хрома подтвердил эффективность финишной очистки в ПВГР, позволяющей получать технологически чистую поверхность с концентрацией органических загрязнений не более 10^{-9} г/см².

Таким образом, экспериментально доказана достоверность метода оценки чистоты поверхности диоксида кремния, прошедшей финишную очистку в ПВГР.