

# Исследование скорости травления различных пленок в установке плазменной обработки MPC

В статье приводятся результаты исследования скорости ионно-плазменного травления пленок оксида алюминия и меди, нанесенных на кварцевые резонаторы, проведенного компанией GN Tech и специалистами из МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Денис Васильев  
Константин Моисеев

info@gnaxel.ru

Процесс травления материала является неотъемлемой частью производства полупроводниковых приборов. Существует «сухой» способ травления с помощью установок ионно-плазменной обработки низкого давления [1]. Благодаря плазменной обработке происходит травление материала без вредного влияния на экологию по сравнению с жидкостным методом травления [2].

Для проведения травления на определенную толщину необходимо знать скорость травления, которая зависит от обрабатываемого материала, газовой среды, давления, мощности плазмы, а также от времени [3].

В данной статье исследована скорость ионно-плазменного травления пленок оксида алюминия  $Al_2O_3$  и меди Cu, нанесенных на кварцевые резонаторы. Контроль толщины осуществлялся на основе метода измерения толщины пленки кварцевыми резонаторами [4].

Изменение толщины после процессов напыления и травления измерялось при помощи кварцевых резонаторов. Зная номинальную резонансную частоту кварца и изменение частоты после обработки,

можно рассчитать изменение удельной массы на поверхности электродов. Если после обработки частота кварцевого резонатора увеличивается, то удельная масса материала на поверхности электродов уменьшается; если же частота уменьшается, то удельная масса увеличивается. Изменение массы показывает, насколько изменилась толщина пленки. С помощью уравнения Зауэрбри, преобразовывающего частоту кварцевого резонатора в массу, были найдены изменения удельной массы после нанесения пленки и после травления [5]. Поскольку скорость травления определяется как толщина стравливаемого материала в единицу времени, то удельная масса была переведена в толщину пленки, с использованием времени обработки и плотности материала.

По проведенным экспериментам построены графики зависимости скорости травления от времени  $V(t)$  и толщины пленки от времени  $h(t)$ , а также относительного изменения частоты кварцевых резонаторов от времени  $\delta(t)$ , показанные на рис. 1, 2 соответственно.

Данные эксперимента показали, что с течением времени скорость травления пленки меди умень-

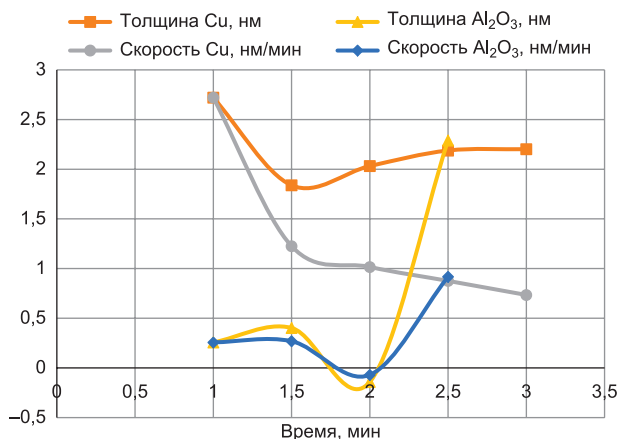


Рис. 1. График зависимости скорости травления от времени  $V(t)$  и толщины пленки от времени  $h(t)$

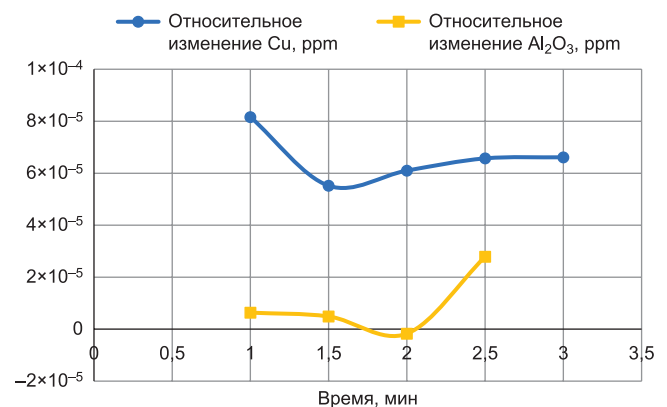


Рис. 2. График зависимости относительного изменения частоты кварцевых резонаторов от времени  $\delta(t)$

шается, причем при проведении повторной обработки того же кварцевого резонатора при неизменном режиме обработки травления пленки не происходит. Максимальная скорость травления 2,72 нм/мин. Травление пленки  $Al_2O_3$  происходит лишь на временном промежутке 1–1,5 мин и более 2 мин. На промежутке 1,5–2 мин масса кварцевого резонатора увеличивается, что связано с процессом окисления Al.

Зависимость относительного изменения частоты от времени  $\delta(t)$  похожа на зависимость толщины от времени  $h(t)$ . Минимальные изменения произошли для меди при 1,5 мин. В случае с  $Al_2O_3$  график  $\delta(t)$  имеет отрица-

тельные значения, что также говорит о том, что процесс травления на этом промежутке не происходит.

### Литература

1. Высоцкий Б. Ф. Конструирование аппаратуры на БИС и СБИС. М.: Радио и связь, 1989.
2. Павленко А. Д., Рогожин А. А., Васильев Д. Д. Влияние физических и геометрических параметров установки плазменной обработки на угол смачиваемости стеклянной подложки. 11-я Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» МГТУ

им. Н. Э. Баумана, МТ-11, 24–27 сентября 2018.

3. Wayne M. Moreau. Semiconductor Lithography: Principles, Practices, and Materials. SRI International Menlo Park, California, 1988.
4. Sauerbrey G. Verwendung von Schwingquarzen zur Wagung dünner Schichten und zur Mikrowagung. Physikalischen Institut der Technischen Universität Berlin, 1959.
5. Wang X., Li M., Long S. C. Memory from Sauerbrey Equation: A Case in Coated Quartz Crystal Microbalance in terms of Ammonia. Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering, 2011.