

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННО-СТИМУЛИРОВАННОГО ОСАЖДЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЛЬФРАМА

© 2016 г. Д.Г. ЛАПИН

Московский технологический университет (МИРЭА)
e-mail: box2015.f@yandex.ru

Запуск серийного производства новой интегральной микросхемы (ИМС) может быть сопряжен с рядом проблем. Зачастую незначительная ошибка в дизайне межуровневых соединений приводит к существенному нарушению выходных параметров микросхемы. Для исправления ошибок в трассировке необходимо создание новых масок для травления, что влечет за собой дополнительные финансовые затраты [1]. Избежать такого рода дополнительных издержек позволяет технология внутрисхемного редактирования топологии ИМС.

Ключевым процессом в редактировании топологии ИМС является создание новых металлических соединений, путем ионно-стимулированного осаждения токопроводящих материалов из газовой фазы [2]. Для исключения появления дополнительных задержек, проводники должны обладать заданными электрическими параметрами. В данной работе будет проведен анализ влияния параметров ионно-лучевого осаждения на резистивные свойства осаждаемого материала.

Экспериментальные исследования влияния параметров ионно-стимулированного осаждения на величину удельного сопротивления формируемых структур проведены с использованием двулучевой системы FEI Quanta 3D. В ходе исследования дана оценка влияния таких параметров *dwell time*, *overlap* (%) и ток ионного пучка на величину удельного сопротивления формируемых структур.

Dwell time – параметр, который характеризует время, которое ионный пучок находится в одной точке [3] (значения, используемые в эксперименте: 50;100;150;200;250;300;350;400;500 мкс).

Overlap – параметр, который определяет область перекрытия ионного пучка при взаимодействии с поверхностью образца [3] (значения, используемые в эксперименте: -150;-100;-50;0;5;10;15;20;25 %).

Ток пучка при проведении эксперимента имел следующие значения (24;80;230;430;790;2500 нА).

В качестве исследуемого образца использована кремниевая пластина с нанесенным на ее поверхность слоем оксида кремния. На кремниевую пластину методом осаждения из газовой фазы нанесено 25 структур из вольфрама (газ-прекурсор $W(CO)_6$) при различных параметрах ионно-стимулированного осаждения. Все структуры сформированы с одинаковыми геометрическими размерами – длина 100 мкм, ширина 10 мкм. Толщина сформированных структур оценивалась после электрических измерений на поперечных срезах.

Измерение удельного сопротивления проведены четырехзондовым методом с использованием параметрического анализатора Keithley и зондовой станции с четырьмя наноманипуляторами.

В результате экспериментальных исследований установлено, что методом осаждения из газовой фазы гексакарбонила вольфрама можно получить токопроводящие структуры с различным значением удельного электрического сопротивления, лежащего в диапазоне от $0,91 \cdot 10^{-6}$ до $4,1 \cdot 10^{-6}$ Ом*м. На рис. 1 представлены зависимости из-

менения удельного сопротивления токопроводящих структур от параметров ионно-стимулированного осаждения.

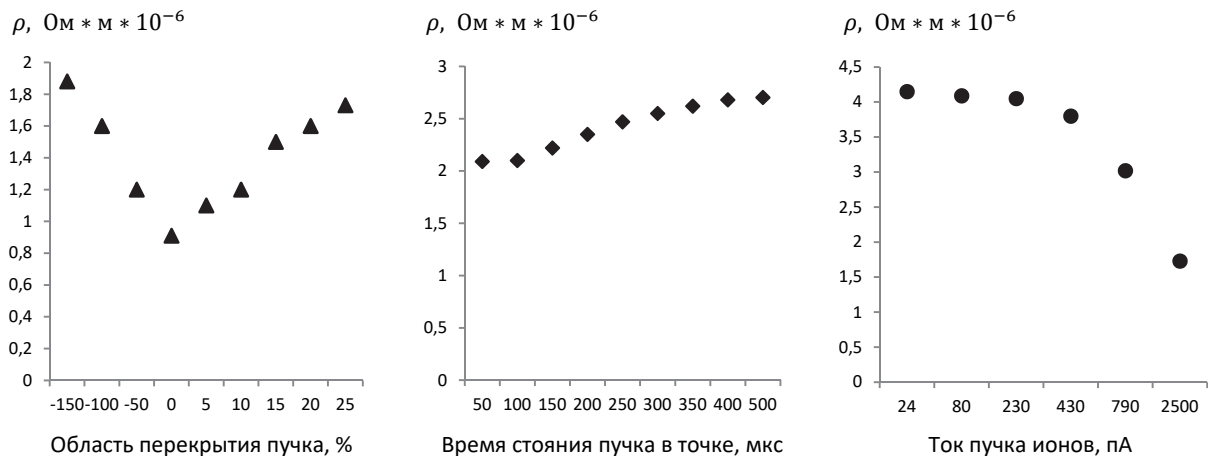


Рис. 1. Зависимость величины удельного сопротивления от параметров ионно-стимулированного осаждения.

Анализ полученных зависимостей свидетельствует о существенном влиянии параметров осаждения на резистивные свойства формируемых структур. Результаты эксперимента показали, что при изменении области перекрытия пучка значение удельного сопротивления минимально при 0%. Скорее всего это связано с тем, что при таком значении overlap, материал осаждается с максимальной плотностью. Увеличение удельного сопротивления при увеличении времени стояния пучка в точке может быть связано с увеличением молекул углерода в осажденном материале. Однако при увеличении тока пучка количество не улетучившихся молекул углерода уменьшается, следовательно уменьшается величина удельного сопротивления.

Проведенные исследования показали, что изменение параметров осаждения материала из газовой фазы (dwell time, overlap и ток ионного пучка) позволяет контролировать резистивные свойства формируемых токопроводящих структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Lundquist T., Thompson M.* Circuit Edit at First Silicon. / T. Lundquist, M. Thompson. Microelectronics Failure Analysis Desk Reference, Sixth Edition. – 2011. – P. 594-606.
2. *O'Donnell E., Scott D.* Advanced Methodologies for Backside Circuit Edit / E. O'Donnell, D. Scott. // International Symposium for Testing and Failure Analysis. – 2008. – P – 305-314.
3. Introduction to Focused Ion Beam. Instrumentation, Theory, Techniques and Practic. /L. Giannuzzi, F. Stevie // Springer. – 2005. – P. 357.