

## МЕТОД ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В УЛЬТРАТОНКИХ СИЛИЦИДАХ НИКЕЛЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Емельянов А.И, Артюх А.В

Коробко А.О – к. т. н.

В современной микроэлектронике первостепенное значение имеют совокупность функциональных характеристик и размера изделия. Уже невозможно представить мобильные телефоны, которые бы не помещались на ладони. Стремление миниатюризировать изделия послужило толчком к развитию нанозлектроники, что, в свою очередь, стимулировало поиск новых тонкопленочных материалов, обладающих необходимыми характеристиками, такими как электрическое сопротивление, температурная и морфологическая стабильность и др. Одним из таких материалов является моносилцид никеля NiSi, и изучению его свойств при толщине пленки менее 20 нм и посвящена данная работа.

NiSi используется в межсоединениях твердотельных микросхем с повышенной степенью интеграции, а так же для изготовления затвора, истока и стока транзистора, т.к. он имеет существенно большую проводимость по сравнению с поликремнием [1]. NiSi субмикронной толщины (>20 нм) сохраняет стабильность свойств до температур порядка 750-800 °С. Данные свойства соединений никеля с кремнием очень сильно зависят от того, в какой фазе находится материал. В то же время процесс фазообразования определяется не только температурой теплового воздействия, но и толщиной пленки никеля.

В работе исследовались образцы кремния с нанесенной пленкой никеля толщиной 8 нм методом магнетронного распыления в соответствии с технологическим процессом, описанным в [2]. Полученные образцы отжигались при температурах 450-850 °С с целью формирования силицидов никеля. В качестве метода определения фазового состава силицидов никеля использовался метод измерения поверхностного сопротивления на приборе ИУС-3М. Данный метод является менее точным, чем метод рамановской спектроскопии или рентгеновской дифракции, но для экспресс-анализа подходит как нельзя лучше.

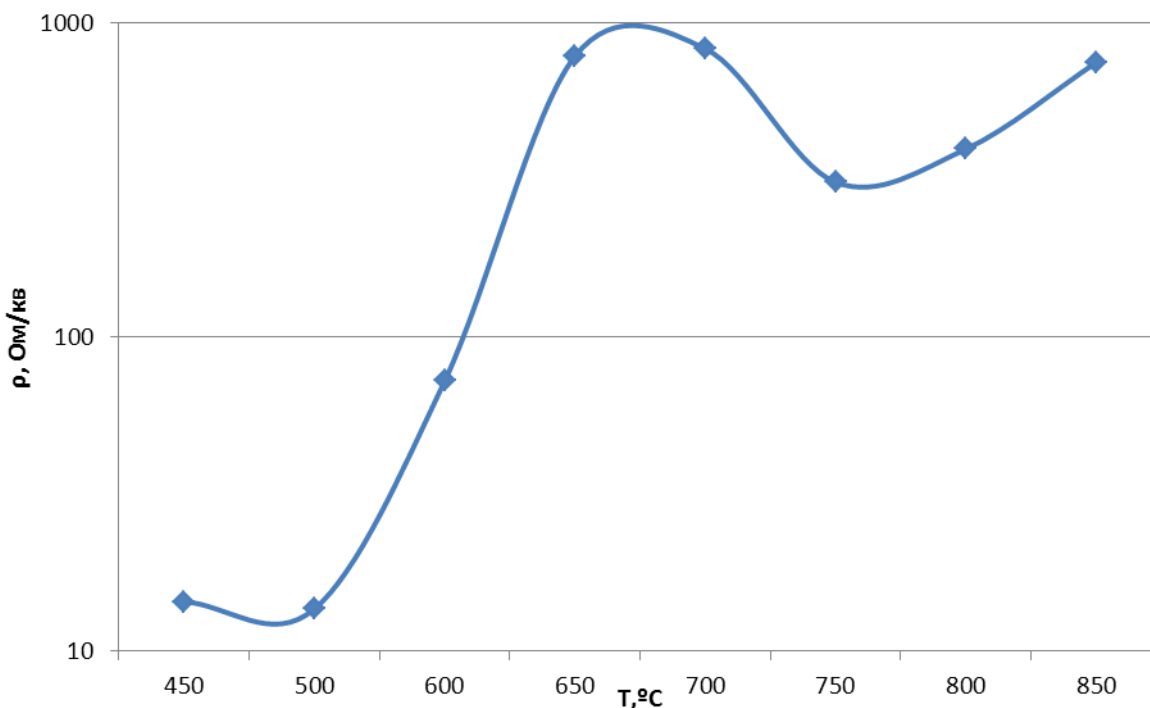


Рис. 1 – График зависимости поверхностного сопротивления силицидов никеля от температуры отжига

Из рисунка 1 видно, что до температуры 600 °С поверхностное сопротивление минимально и изменяется в пределах  $72,5 \pm 10\%$  Ом/кв, что свидетельствует об образовании низкорезистивной фазы NiSi. При температурах выше 600 °С наблюдается резкий скачок в значениях поверхностного сопротивления, что свидетельствует о двойственном влиянии процесса агломерации пленки никеля на поверхности кремния и возможном фазовом переходе NiSi в NiSi<sub>2</sub>. При дальнейшем увеличении температуры, можно отметить падение значений поверхностного сопротивления, а затем постепенный рост, что объясняется преобладанием процесса фазообразования NiSi<sub>2</sub> над процессом агломерации пленки и дальнейшим его развитием.

Таким образом, в результате выполнения работы показано, что для определения фазовых переходов в ультратонких пленках силицидов никеля можно использовать метод измерения поверхностного сопротивления. Установлено, что по сравнению с толстопленочными силицидами никеля, фаза NiSi стабильна до 600 °С, что связано с развивающимся при более высоких температурах процессом агломерацией пленки. Для более точного определения начинается ли процесс фазовой трансформации NiSi в NiSi<sub>2</sub> одновременно с процессом агломерации пленки при данной температуре, необходимо проведение дополнительных исследований методами рамановской спектроскопии или рентгеноструктурной дифракции.

Список использованных источников:

1. Zhang, S.L. Metal Silicides in CMOS Technology: Past, Present, and Future Trends /S.L. Zhang, M. Ostling. // Critical Reviews in Solid State and Material Sciences. – 2003. –V. 28, I. 1. - p.1-129.
2. Zhang, Z.. Exploitation of self-limiting process for reproducible formation of ultrathin Ni<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> silicide films / Z.Zhang, B.Yang, S. Gaudet // APL. – 2010. – V. 97. - p, 252108.