

ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЕ МИКРОРЕЗИСТОРЫ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ ПО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.М. Мозалев, Г.Г. Горох, А.В. Сурганов, А.В. Плиговка

Учреждение образования “Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники”, 220013, Минск, П. Бровки, 6, gorokh@bsuir.unibel.by

Наиболее сложной и ответственной частью технологического маршрута изготовления гибридной интегральной микросхемы или многокристального модуля спецназначения является формирование высокоомных микрорезисторов с подгоняемыми параметрами и удовлетворительной термостабильностью. Известно ограниченное число материалов (дорогих, малодоступных и низкотехнологичных) и методов синтеза из них тонкопленочных резистивных покрытий (ТРП) с величиной поверхностного сопротивления R_s не менее 1 кОм/кВ и температурным коэффициентом сопротивления ТКС не хуже $2,0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Максимальную трудность представляет одновременное воспроизведение больших величин R_s и низких ТКС вследствие различий их коэффициентов связи как функции вида материала, условий и метода получения ТРП.

Особенность предлагаемой разработки состоит в том, что в тонких пленках вентильного металла (например, тантала или циркония), которые сами по себе не являются приемлемым резистивным материалом, формируют методом анодирования периодические локальные наноразмерные диэлектрические неоднородности (островки), разделенные самоорганизованной тонкой металлической сеткой [1], и получают таким образом наноструктурирован-

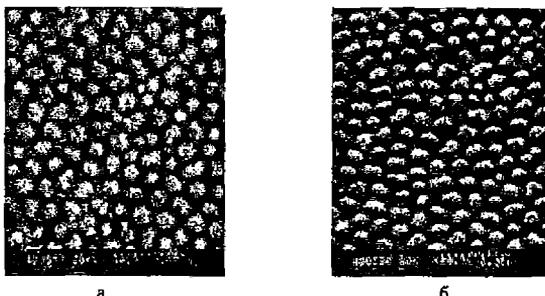


Рис. 1. Микроскопические фотографии поверхности микрорезисторов под прямым углом (а) и под углом 35° (б), изготавливаемых по электрохимической технологии

ные металлodieлектрические ТРП (рис. 1). Высокоомные свойства таких ТРП обуславливаются уменьшением эффективной толщины пленки металла и высоким сопротивлением металлической сетки вокруг оксидных островков. Малые значения ТКС в данном случае достигаются за счет взаимокомпенсирующего влияния толщины и структуры исходного материала, морфологии, соотношения металлической и диэлектрической фаз, сжимающих или растягивающих напряжений в пленке, а также вследствие возникновения специфических квантоворазмерных эффектов [2]. Подгонка параметров микрорезисторов методом анодирования возможна без изменения топологии и на любой стадии процесса изготовления. Базовые электрохимические процессы и основные материалы полностью совместимы с операциями гибридной интегральной технологии, дешевы и экологически безопасны [3, 4]. Возможно производство резисторов в виде микрочипов и в интегральном исполнении при следующих функциональных параметрах:

удельное поверхностное сопротивление 1 - 75 кОм/кв,

температурный коэффициент сопротивления не хуже 10^{-5} K^{-1} ,

подгонка без изменения топологии до 30 % от требуемого сопротивления с точностью 0,5 - 1 %.

Литература

1. Mozalev A., Sakairi M., Saeki I., Takahashi H. Nucleation and growth of the nanostructured anodic oxides on tantalum and niobium under the porous alumina film // *Electrochimica Acta*, 2003, Vol. 48, P. 3155 - 3170.
2. Mozalev A., Poznyak A., Sakairi M., Takahashi H. Nano-composite anodic Films Formed from Ta-Al bilayers: structure, Formation mechanism and dielectric properties // *Известия Белорусской инженерной академии*, 2003, № 1 (15)/4. С. 20 - 22.
3. Mozalev A., Sakairi M., Takahashi H. EDX and AES Point Analysis of Metal-Oxide Nanostructures Formed by Self-Organization in the Alumina Pores, Abst. 18th Australian Conference on Electron Microscopy and Microanalysis (ACMM18), Geelong, Australia, 2 - 6 Feb. 2004. P. D - 12
4. Mozalev A., Gorokh G., Plihaika A., Mazaleva I. The growth and electrical properties of tantalum nanowires self-organized under the porous alumina film // *Proceedings of the International Conference "Solid State Electrochemistry" (SSE2004)*, 12 - 17 Sept. 2004, Prague, Czech Republic (in press).