

**МЕТАЛЛОКСИДНЫЕ СВЕРХРЕШЕТКИ
ИЗ САМООРГАНИЗОВАННЫХ СТОЛБИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР**

**А.Н. Плиговка, Г.Г. Горох*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6, e-mail: pligovkaandrei@gmail.com

**METAL-OXIDE SUPERLATTICES FORMED FROM
THE SELF-ORGANIZED COLUMNAR NANOSTRUCTURES**

**A.N. Pligovka, G.G. Gorokh*

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Belarus, 220013 Minsk, str. P. Brovki 6, e-mail: pligovkaandrei@gmail.com

Self-organized columnar metal-oxide superlattices were created by electrochemical anodization of sputter-deposited Al/Ta and Al/Nb bilayer systems on silicon wafers. After selective removal of anodic alumina the ordered column matrixes of tantalum and niobium were formed on the substrate surface. The geometrical parameters of the matrixes (height, diameter, and period columns) can be varied within a wide range by changing the conditions of formation. The established correlation between the microgeometric parameters and electrochemical process modes allows controllable to form a lattice with the specified characteristics. These columnar periodic superlattices can be successfully used as 1D, 2D or 3D photonic crystals.

Одним из направлений современной оптики является создание и исследование микроструктур с фотонной запрещенной зоной или фотонных кристаллов [1], представляющих собой свехрешетки, в которых искусственно создано дополнительное поле с периодом на порядки превышающим период основной решетки. Конечной целью физики фотонных кристаллов остается создание трехмерных систем. Как нельзя лучше для реализации данной цели подходят наноструктуры, создаваемые на основе пористого оксида алюминия (АОА). В работе показано, как методами электрохимического анодирования через поры матриц АОА можно сформировать столбиковые свехрешетки из металлооксидов тантала и ниобия, которые могут быть использованы в качестве одномерных, двумерных или трехмерных фотонных наносистем.

Для формирования двумерных металлооксидные свехрешеток на кремниевые пластины методом магнетронного напыления наносили двухслойные системы Al/Ta и Al/Nb. После чего в 0,2 М водном растворе щавелевой кислоты при напряжении 53 В проводили формирования пористого АОА, а затем в 0,5 М водном растворе борной кислоты через

поры АОО анодировали подслоем тантала и ниобия до напряжений от 100 до 450 В. Процесс анодирования проходил таким образом, что слои тантала и ниобия, окисляясь заполняли поры АОО, а их высота зависела от установленного напряжения. После чего в 50 % растворе ортофосфорной кислоты при температуре 50°C проводилось полное удаление АОО. В результате была сформирована двумерная наностолбиковая металлооксидная свехрешетка как показано на рисунке 1.

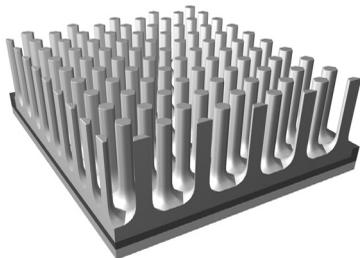


Рис. 1. Столбиковая свехрешетка

Установлено [2, 3], что диаметры наностолбиков могут управляемо варьироваться от 70 до 400 нм, высота – от 80 нм до 1,5 мкм, а период расположения на подложке – от 100 до 600 нм, причем взаимное соотношение перечисленных параметров может быть управляемого изменено даже в пределах одного и того же образца. Диапазон физических размеров наностолбиков из анодного оксида тантала

и ниобия может быть расширен как в сторону больших, так и в сторону меньших величин, предположительно от 5 нм до 1,5 мкм, обеспечивая, таким образом, принципиальную возможность использования данных структур в УФ, видимом и ИК диапазонах. Удачным дополнением тантала и ниобия могут стать также анодные оксиды некоторые других вентильных металлов, например, титана, гафния или циркония, имеющих потенциально высокую диэлектрическую проницаемость и, следовательно, показатель преломления. Второе важное преимущество перечисленных оксидов состоит в том, что все они могут быть сформированы в порах АОО методами высоковольтного анодирования соответствующих двухслойных композиций: Al/Nb, Al/Ti, Al/Hf, Al/Zr, т.е. без применения сложных и дорогостоящих вакуумных методов осаждения или золь-гель технологии.

Комбинируя операции вакуумного напыления тонких пленок вентильных металлов, фотолитографии, наноиндентации и последовательного анодирования, будет возможно создать микро- и наноструктуры с полной трехмерной запрещенной фотонной зоной в виде многослойных периодических сочетаний наноструктур и воздушных промежутков.

Литература

1. Optical Materials, 42, 2015, P. 72–79.
2. Плиговка А.Н., Горох Г.Г., Лозовенко А.А. КрыМиКо'2015 – Т. 1. – С. 649-652.
3. Плиговка А.Н. и др. Наноструктуры в конденсированных средах. – 2015. – С. 120-140.