

**СИНТЕЗ ТАБЛЕТИРОВАННЫХ МИШЕНЕЙ НА ОСНОВЕ  
МИКРОПОРОШКОВ ПИРОГЕННОГО КРЕМНЕЗЕМА,  
СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ**

С применением золь-гель метода был оптимизирован процесс формирования композиционных микропорошков состава «полупроводник-диэлектрик» ( $\text{SiO}_2:\text{CuO}$ ) и «металл-диэлектрик» ( $\text{SiO}_2:\text{Cu}^0$ ), предназначенных для получения таблетированных мишеней, используемых при нанесении покрытий в вакууме с помощью испарения электронным пучком или методом магнетронного распыления. Таблетки композиционного состава формировались методом одноосного полусухого прессования на основе  $\text{SiO}_2$ -ксерогелей, содержащих оксид меди или восстановленную медь различной концентрации и представляли собой, фактически, прототипы мишеней для распыления в вакууме. Давление в гидравлической системе пресса при получении образцов мишеней составляло порядка 120-125 кг/см<sup>2</sup>. Химическая чистота микропорошков ксерогелей соответствовала степени «осч», а сами таблетки получались диаметром 12 и 85 мм (для электронно-лучевого и магнетронного распыления, соответственно). Мишени диаметром 85 мм были получены только состава  $\text{SiO}_2:\text{CuO}$ , а диаметром 12 мм -  $\text{SiO}_2:\text{CuO}$  и  $\text{SiO}_2:\text{Cu}^0$ .

Изучение морфологии поверхности синтезированных образцов проводилось для центральной части  $\text{SiO}_2$ -ксерогелей, с напылением на них проводящего слоя Pt (4-5 нм) на растровом электронном микроскопе модели S-4800 (производства фирмы Hitachi, Япония) с разрешением 1 нм – рисунки 1-2. Видна четко выраженная глобулярная структура поверхности ксерогелей и высокая однородность их морфологического состава (сохраняющаяся при максимальном увеличении). Глобулярность структуры обусловлена процессом ее формирования на основе первичных частиц пирогенного кремнезема (аэросила), имеющих, обычно (согласно паспортным данным), средний размер порядка 50 нм.

Все исходные микропорошки были получены с достаточно хорошей гомогенностью по составу, но при обработке в водороде наблюдались так называемые «поверхностные» эффекты, связанные с разницей в процессах восстановления открытой поверхности и поверхности, находящейся в непосредственном контакте со стенкой

фарфоровой лодочки, в которую были помещены таблетированные мишени. Визуально это проявлялось в четко видимом цветовом градиенте – присутствовали контрастные зоны окрашивания в красный, ярко красный, пурпурный и т.д. цвета. Решением этой проблемы может стать формовка мишеней из микропорошков, уже прошедших восстановительную обработку в водороде и спеченных далее в нейтральной газовой среде (например, в аргоне).

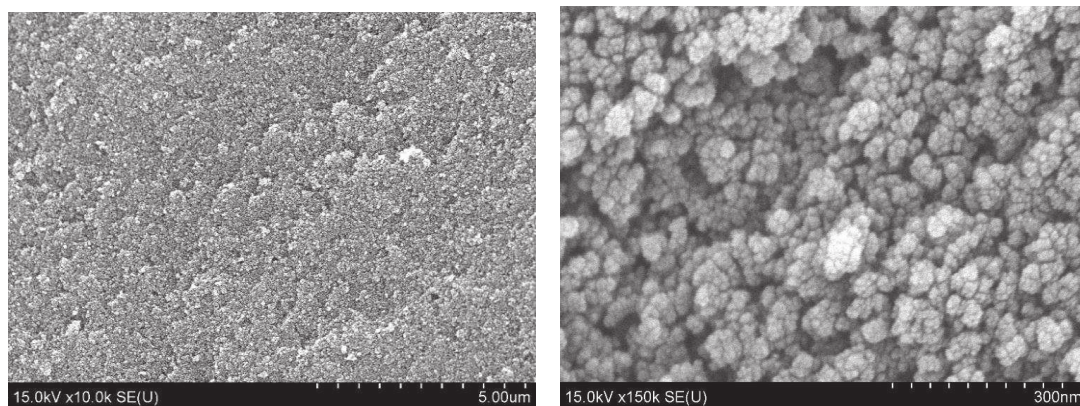


Рисунок 1 - SEM-изображения поверхности ксерогеля, сформированного на основе водной дисперсии аэросила А-300 и нитрата меди (концентрация 0,50 ммоль на весь объем золя). Ксерогель был отожжен на воздухе при  $T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 1 ч. Фазовый состав ксерогеля -  $\text{SiO}_2:\text{CuO}$ .

Предполагается, что при распылении мишеней разработанного состава станет возможным создавать оптические микрообъекты для современной оптоэлектроники на основе микро- и наночастиц восстановленного металла (на примере меди), интегрированных в структуру покрытия, формируемого напылением в вакууме. Фактически, будут созданы стеклообразные пленки, допированные микро- и наночастицами полупроводников ( $\text{CuO}$ ) или восстановленных металлов ( $\text{Cu}^0$ ), предназначенные для интеграции с чипом или другим оптоэлектронным устройством в качестве, например, окна ввода-вывода электромагнитного излучения.

Необходимо отметить, что одной из возможных областей применения синтезированных материалов могут быть не только резистивные мишени, но и резистивные порошки (пасты), получаемые на их основе.

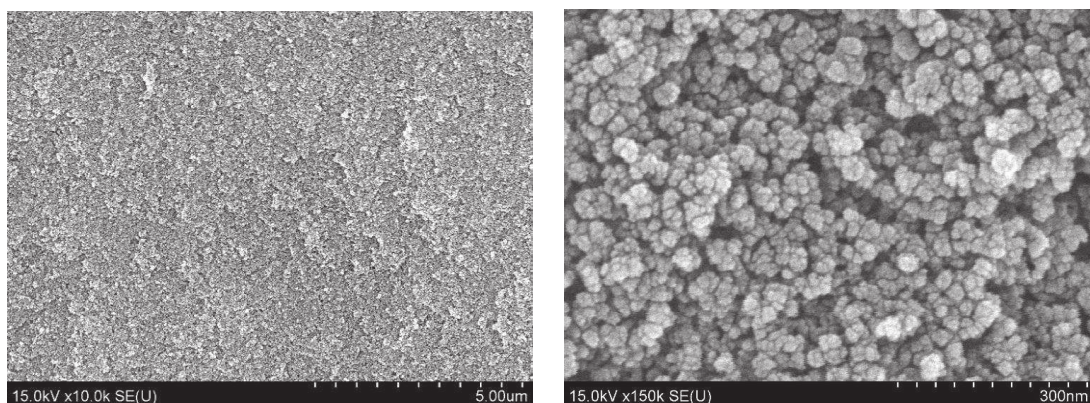


Рисунок 2 - SEM-изображения поверхности ксерогеля, сформированного на основе водной дисперсии аэросила А-300 и нитрата меди (концентрация 0,50 ммоль на весь объем золя). Ксерогель был отожжен в восстановительной среде водорода при  $T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 1 ч. Фазовый состав ксерогеля -  $\text{SiO}_2:\text{Cu}^{\circ}$ .