

Релаксация упругих напряжений у поверхности позитивного фоторезиста при высокоэнергетичном воздействии

Бринкевич Д.И.¹, Просолович В.С.¹, Оджаев В.Б.¹, Янковский Ю.Н.¹,
Черный В.В.²

¹Белорусский государственный университет,

²Белорусский национальный технический университет

В настоящей работе исследованы процессы, протекающие при высокоэнергетичном воздействии вблизи поверхности позитивного фоторезиста ФП9120, представляющего собой композит из светочувствительного О-нафтохинондиазида и фенол-формальдегидной смолы. Облучение γ -квантами ^{60}Co осуществлялось при комнатной температуре и атмосферном давлении на установке МРХ- γ -25М. Мощность поглощенной дозы составляла 0.36 ± 0.008 Гр/с. Интервал поглощенных доз 6–200 кГр. Имплантация ионами Ni^+ , Fe^+ , Ag^+ , Sb^+ и V^+ , с энергиями 30–60 кэВ в интервале доз от $1 \cdot 10^{15}$ до $6 \cdot 10^{17}$ см⁻² при плотности ионного тока 4 мкА/см² проводилась при комнатной температуре на ионно-лучевых ускорителях «Везувий-6» и ИЛУ-3. Морфология поверхности модифицированной высокоэнергетическим воздействием фоторезистивной плёнки исследовалась методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) при комнатной температуре в полуконтактном резонансном режиме на частоте 145 кГц на приборе Solver P-47. Использовались кантилеверы серии NSG 01 с радиусом закругления 10 нм. Значения среднеарифметической шероховатости R_a усреднялись по результатам не менее чем 5 измерений в различных точках образца.

Установлено, что в процессе высокоэнергетичного воздействия на поверхности позитивного фоторезиста ФП2190 формируются неравномерно распределенные конусообразные структуры. Высота, диаметр в основании и плотность распределения таких структур зависит от условий облучения и вида имплантированных ионов. С образованием конусообразных структур связан существенный рост шероховатости R_a , который существенным образом зависит от условий имплантации. Так при имплантации на ускорителе «Везувий-6» величина R_a обычно ниже (примерно в 3–4 раза), чем на имплантаторе ИЛУ-3. Масса имплантируемого иона оказывает существенно меньшее влияние. Наблюдаемые при имплантации изменения морфологии поверхности фоторезиста обусловлены релаксацией напряжений, образовавшихся в процессе изготовления полимерной пленки, и радиационно-химическими

процессами в приповерхностном слое фоторезиста.

УДК 621.315

Электрические свойства полупроводниковых тонких пленок $Pb_xSn_{1-x}S$

Иванов В.А.¹, Малаховская В.Э.¹, Гременок В.Ф.², Станчик А.В.²

¹Белорусский национальный технический университет,

²ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

Среди новых полупроводниковых материалов, перспективных для создания различных элементов оптоэлектроники, особый интерес представляет изучение полупроводникового твердого раствора $SnS-PbS$. Соединение SnS обладает полупроводниковыми свойствами, имеет прямую ширину запрещенной зоны, полученную оптическими методами $E_g = 1.3$ эВ. Сульфид свинца, имеющий ширину запрещенной зоны 0.41 эВ, нашел широкое применение как фоточувствительный материал (фоторезисторы, фотодиоды), а также как термоэлектрический материал с большим значением величины термоэдс. $\alpha = -160$ мкВ/К. В системе $SnS-PbS$ образуется ограниченный ряд твердых растворов, поскольку SnS имеет орторомбическую структуру, а PbS – кубическую структуру типа $NaCl$. Предельная растворимость PbS в SnS составляет ≈ 50 мол.%, а SnS в PbS – около 10 мол.%. Изменение состава твердого раствора приводит к изменению всех электрофизических свойств, как электрических, так и оптических. Поэтому исследование электрических свойств системы $SnS-PbS$ представляет большой интерес как для фотовольтаического, так и для термоэлектрического применения.

Проведено исследование электропроводности и термоэдс тонких пленок $Pb_xSn_{1-x}S$ ($x = 0 - 0.25$), полученных на стеклянных подложках термическим вакуумным испарением методом горячей стенки. Электропроводность пленок измерялась методом Ван-дер-Пау. Коэффициент термоэдс измерялся при комнатной температуре при разности температур между “горячим” и “холодным” зондами $\Delta T = 25$ °С. Все исследованные пленки толщиной 0.9–2.5 мкм были р-типа проводимости. Электропроводность пленок изменялась в пределах $4.8 \times 10^{-5} - 1.5 \times 10^{-2}$ ом⁻¹·см⁻¹ а величина коэффициента термоэдс в пределах 6–360 мкВ/К в зависимости от концентрации атомов свинца. С увеличением концентрации атомов свинца электропроводность и коэффициент термоэдс уменьшаются.

Полученные результаты могут быть использованы в технологии создания ИК-фотоприемников и тонкопленочных ветвей термоэлектрических преобразователей.