

Структурные и оптические свойства тонкопленочного сплава GeSi с наночастицами Ag, полученного последовательно ионной имплантацией и лазерным облучением

Р.И. Баталов¹, В.И. Нуждин¹, В.Ф. Валеев¹, Д.А. Бизязев¹, А.А. Бухараев¹,
В.В. Воробьев², Ю.Н. Осин², Г.Д. Ивлев³, А.Л. Степанов¹

¹ Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, 420029, Казань, Россия

² Междисциплинарный центр «Аналитическая микроскопия» Казанского федерального университета, Казань, 420008, Россия

³ Белорусский государственный университет, 220030, Минск Беларусь
batalov@kfti.knc.ru

В данной работе впервые изучено влияние импульсного лазерного отжига (ИЛО) излучением рубинового лазера на слои монокристаллического Si, имплантированного ионами Ge⁺ и Ag⁺, с целью создания кристаллического композитного плазмонного материала Ag:GeSi. Изучена трансформация структуры слоя и его оптического отражения в зависимости от режимов отжига.

Structural and optical properties of thin-film GeSi alloy with Ag nanoparticles obtained by ion implantation and laser irradiation

R.I. Batalov¹, V.I. Nuzhdin¹, V.F. Valeev¹, D.A. Bizyaev¹, A.A. Bukharaev¹,
V.V. Vorob'ev², Yu.N. Osin², G.D. Ivlev³, A.L. Stepanov¹

¹ Kazan Physical-Technical Institute of RAS, 420029, Kazan, Russia

² Interdisciplinary center «Analytical microscopy» of Kazan Federal University, 420008, Kazan, Russia

³ Belarussian State University, 220030, Minsk, Belarus

In this work for the first time the effect of pulsed laser annealing by ruby laser radiation to monocrystalline Si layers implanted by Ge⁺ and Ag⁺ ions in order to produce crystalline composite plasmonic Ag:GeSi material is studied. The transformation of layer structure and its optical reflectance depending on annealing regimes is investigated.

В результате ионной имплантации были получены серии образцов (Ge:Si, Ag:Si и Ag:GeSi), которые подвергались ИЛО с плотностью энергии $W = 1.2$ и 1.5 Дж/см². С использованием атомно-силовой микроскопии, сканирующей электронной микроскопии и оптической спектроскопии были изучены морфология и шероховатость поверхности, элементный состав, кристалличность и оптическое отражение сформированных слоев в зависимости от режимов ИЛО.

Установлено, что ИЛО Ge:Si слоя при $W = 1.2$ Дж/см² приводит к образованию ячеистой структуры, которая при большей W трансформируется в однородный монокристаллический GeSi сплав. Кристаллизация Ge:Si слоя сопровождается появлением в спектре оптического отражения характерных полос с максимумами для c-Si (276 нм) и GeSi сплава (~ 400 нм). ИЛО слоя Ag:Si приводил к снижению шероховатости поверхности с 9 до 3 нм за счет плавления сформированной при имплантации пористой (ямочной) структуры.

Также наблюдалось перераспределение размеров Ag частиц на две фракции: более крупные (40-60 нм) и мелкие (5-15 нм). В спектрах отражения слоя Ag:Si происходит восстановление полос c-Si с максимумами при 276 и 366 нм при одновременном сильном ослаблении плазмонной полосы наночастиц Ag при 835 нм. Воздействие ИЛО на слой Ag:GeSi приводит к подобному результату, наблюдаемому для слоя Ag:Si, что связано с повышенным распылением слоя Ge:Si ионами Ag⁺.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 17-12-01176.