

Г.Е.РАЧКОВСКАЯ, Г.Б. ЗАХАРЕВИЧ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

Формирование в диэлектрической матрице наноразмерных полупроводниковых кристаллов и управление их свойствами является одной из актуальных задач в современной технологии получения наноструктурных материалов. Возросший интерес к таким материалам в области материаловедения, физики твердого тела и полупроводников, твердотельной технологии вызван проявлением различных квантоворазмерных эффектов, присущих этим структурам. Свойства наночастиц полупроводниковых соединений в определенной степени определяются характеристиками матрицы, в которой они сформированы. Наилучшей основой для их формирования является стекла различного химического состава. Основные преимущества стеклянных матриц – это высокое оптическое качество стекла, высокая теплопроводность и лучевая стойкость. А использование в качестве стеклянной матрицы легкоплавких стекол позволяет создать энергосберегающую технологию синтеза новых наноструктурных стекломатериалов для лазерно-оптической техники.

Данная работа посвящена созданию наночастиц полупроводникового соединения сульфида свинца в стеклянной матрице на основе силикатной, боросиликатной и свинцово-теллургерманатной стеклообразующих систем и разработке технологии получения новых наноструктурных материалов для пассивных затворов, применяемых в лазерных системах. Стекла, содержащие наночастицы PbS, перспективны в качестве пассивных затворов в лазерах, излучающих в ближней ИК области спектра от 1 до 3 мкм.

Технология получения наноструктурного материала включает два основных технологических процесса: синтез матричного стекла и термическую обработку в целях выращивания в матричном стекле нанокристаллов полупроводниковой фазы.

Синтез матричного силикатного и боросиликатного стекла осуществлялся при температуре  $1400 \pm 50$  °С в газовой пламенной печи с выдержкой при максимальной температуре варки в течение 2-х часов. Легкоплавкие стекла на основе свинцово-теллургерманатной системы были синтезированы при температуре  $900 \pm 50$  °С в электрической силитовой печи. Время выдержки при максимальной температуре синтеза составляло 30 мин. Для образования в матричном стекле полупроводниковой фазы в качестве

честве модификаторов использовались оксид свинца и сера, которые вводились непосредственно в шихту, приготовленную из компонентов стекла. Полупроводниковые наночастицы PbS формировались в стеклянной матрице в процессе термической обработки стекла. Для силикатных и боросиликатных матриц формирование наночастиц проводилось при термической обработке стекол в интервале температур 450 – 550 °С. Время выдержки варьировалось в пределах 5-56 часов. Установлено, что формирование наночастиц сульфида свинца в этих матрицах происходит при температурах 480 °С и выше, что подтверждено рентгенофазовым анализом и электронно-микроскопическими исследованиями. Показано, что на процесс роста наночастиц PbS большое влияние оказывает время выдержки стекла при термической обработке. С увеличением длительности термообработки идет формирование наночастиц разного размера от 4 до 7,9 нм. Рост наночастиц приводит к изменению спектральных характеристик наноструктурного материала, что проявляется в смещении пика поглощения в длинноволновую область спектра с 0,93 до 1,77 мкм. Таким образом, в зависимости от размера наночастиц сульфида свинца, можно смещать край оптического поглощения и тем самым смещать рабочую длину пассивного затвора.

Установлен эффект просветления для опытных стекол, т.е. с ростом интенсивности падающего излучения коэффициент поглощения уменьшается. При этом остаточное поглощение в просветленном состоянии составляет 0,2 относительно начального поглощения.

В легкоплавкой свинцово-теллуригерманатной матрице наночастицы PbS формируются при значительно более низкой температуре, чем в силикатной и боросиликатной, а именно при 220 °С. Спектр оптического поглощения этого стекла, обработанного при температуре 220 °С в течение 3-х часов, характеризуется пиком поглощения в области 1 мкм.

В результате выполненных исследований получены новые наноструктурные стекломатериалы на основе стекол силикатной, боросиликатной и свинцово-теллуригерманатной систем. Определены технологические режимы их синтеза и установлены температурно-временные условия термической обработки стекол с целью формирования в них наночастиц PbS различного размера. Показано, что использование легкоплавких стеклообразных матриц для формирования в них наночастиц полупроводниковой фазы PbS позволит создать энергосберегающую технологию получения новых наноструктурных стекломатериалов.

Разработанные стекломатериалы испытаны в Международном лазерном центре и рекомендованы для использования в качестве просветляющих сред в лазерно-оптической технике, в частности, в качестве пассивных затворов для лазеров излучающих в ближней ИК области спектра.