

ПОЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОПОРИСТЫХ КСЕРОГЕЛЕЙ

Е.Н. ПОДДЕНЕЖНЫЙ, А.А. БОЙКО, А.А. АЛЕКСЕЕВКО

Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого

Золь-гель технология открывает новые возможности синтеза стеклообразных оптических материалов с использованием жидкофазных химических методов, являющихся ресурсо- и энергосберегающими. Разработанный авторами модифицированный вариант золь-гель процесса синтеза оптических материалов обладает широкими возможностями варьирования химического состава и структуры, а также техники введения активаторов в стекло и композиты. Физико-химические и структурные исследования кремнеземов при переходах золь \rightarrow гель \rightarrow стеклообразное твердое тело и предложенные на этой основе технологические схемы синтеза в значительной степени способствовали разрешению проблем, существующих в известных вариантах золь-гель процесса, а именно: исключение растрескивания телеобразных структур в ходе созревания и термообработок, устранение нежелательных эффектов вспенивания и кристаллизации стекла, получение крупноразмерных заготовок различных форм, в том числе заготовок оптических деталей, стержней, трубок.

Последовательность операций при синтезе оптических материалов состояла из следующих этапов: гидролиз ТЭОС в трехкомпонентной системе исходных соединений $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 - \text{H}_2\text{O} - \text{HCl}$, взятых в молярном соотношении 1:16:0,01; добавление аэросилол; тщательное диспергирование в ультразвуковой ванне; центробежная сепарация для отделения крупных примесей и агломератов; нейтрализация смеси до $\text{pH} = 5,5 \div 6,5$ раствором аммиака; литье золь в пластиковые контейнеры; телеобразование, сушка геля, спекание в муфельной печи и выдержка при температуре 1140-1200 °С в течение $1,5 \div 2$ часов.

Ксерогели, полученные с использованием аэросила А-175 представляют собой мезопористые тела с глобулярной структурой, с удельной поверхностью 200-250 м²/г и кажущейся плотностью 0,7-0,8 г/м³. При нагревании их на воздухе приводит к формированию кварцеподобных стекол, содержащих значительное количество гидроксил-ионов. Для получения обезвоженного стекла проводили операцию фторирования в проточном кварцевом реакторе при температуре 1000 °С с использованием в качестве фтороносителя смеси фреон(Ф-113)/кислород.

Экспериментальным путем были оптимизированы параметры процесса газофазного дегидроксилирования мезопористых ксерогелей, получены образцы кварцевого стекла, содержащие 1,0 - 3,5 ppm ОН, высокого оптического качества, причем, форма образцов в условиях оптимального дегидроксилирования не претерпевает существенных изменений и повторяет форму высушенных ксерогелей с условием равномерной 3-х мерной усадки, что важно при формировании "рациональных" оптических заготовок и деталей сложной конфигурации.

Аналогичным образом был получен ряд стекол, легированных ионами переходных (Fe, Co, Ni, Cu) и редкоземельных элементов (Ce, Nd, Er, Sm и др.), а также оптических композитов, содержащих полупроводниковые наноразмерные частицы.

Золь-гель материалы с нелинейными характеристиками, квантово-размерными эффектами и особыми спектрально-люминесцентными свойствами, являются перспективными для применения в оптоэлектронике и нанополупроводниковой электронике, что открывает новые горизонты создания информационных, запоминающих и преобразующих систем с перестраиваемыми характеристиками в широком диапазоне частот.