

Прозрачные пленки полупроводниковых оксидов n – типа проводимости

Мартынова Наталья Александровна

Научный руководитель: к.х.н., доц. Григорьева А.В.

Рецензент: к.х.н., доц. Васильев Р.Б.

Прозрачные проводящие оксиды, такие как оксид индия-олова (ITO), ZnO, SnO₂ (в англ. литературе - transparent conductive oxides – далее TCO), имеют высокий коэффициент пропускания в видимой области в сочетании с хорошей проводимостью, чем привлекают внимание ученых уже на протяжении 50 лет, и в последнее время актуальными задачами являются применение пленок данных оксидов для использования в энергосберегающих отраслях промышленности, а именно в солнечных элементах, а также в качестве электродов в плоскопанельных дисплеях, экранах с электромагнитной защитой, сенсорных панелях управления, окнах с низким коэффициентом излучения и т.д. В настоящее время в качестве материалов для прозрачных электродов используют ITO, однако в связи с высокой стоимостью индия поиск альтернативных прозрачных проводящих покрытий является актуальной задачей. Материалы на основе допированных ZnO и SnO₂ являются известной альтернативой ITO. Также актуальными задачами является совершенствование промышленных технологий и лабораторных методов получения таких допированных пленок, повышение эффективности имеющегося оборудования для нанесения пленок на подложки большой площади и детали со сложной развитой поверхностью с хорошей воспроизводимостью, с высокой степенью однородности.

Наиболее распространенными методами получения пленочных TCO являются: пиролиз распылением, металлоорганическое химическое осаждение из паровой фазы (MOCVD), металлоорганическое молекулярно-лучевое осаждение (MOMBD), импульсное лазерное осаждение (PLD), магнетронное распыление, ионно-лучевое распыление, термоэлектронная эмиссия, плазменно-химическое осаждение из газовой фазы (PECVD) и другие. Процесс напыления очень неэффективен, и только около 30% материала мишени доступны для осаждения на подложке.

Среди методов получения следует выделить электрохимическое осаждение. Данный подход обладает рядом преимуществ, а именно: возможностью достижения приближающейся к 100 % степени заполнения пустот требуемым веществом, проведением синтеза при комнатной температуре, что исключает растрескивание образцов вследствие термической усадки, а также возможностью мониторинга процесса электроосаждения методом хроноамперо/кулонометрии. При этом толщину формируемой структуры можно прецизионно контролировать путем варьирования заряда осаждения, так как рост осаждаемого материала происходит снизу вверх.

В докладе будут рассмотрены свойства прозрачных проводящих пленок оксидов ZnO, SnO₂, ITO, их методы получения, представлен обзор по новым устройствам, в которых применяются данные пленки. Кроме того, будет уделено внимание схеме работы фотовольтаических ячеек, рассмотрены требования к их функциональным слоям, представлены новые направления по оптимизации состава и геометрии прозрачных полупроводящих контактов с точки зрения повышения эффективности устройств. Отдельное внимание будет уделено рельефным и периодическим прозрачным электродам и инвертированным структурам на их основе, показаны преимущества структурированных материалов при использовании в общей конструкции солнечной ячейки, рассмотрены их оптические и электрические свойства, а также предложены новые подходы для создания новых функциональных слоев в фотовольтаических устройствах с периодической структурой и развитой площадью поверхности с целью повышения эффективности солнечных ячеек.