

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОФОТОННЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КАНЦЕРОГЕНОВ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Сушко О.А., Жолудов Ю.Т., Снежко Д.В.

Лаборатория Аналитической оптоэлектроники им. Н.Н. Рожицкого,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Одним из актуальных направлений практического использования полупроводниковых квантовых точек (КТ) в аналитике является создание на их основе нанофотонных сенсоров для определения канцерогенных органических веществ. Это позволяет существенно повысить качество проведения лабораторного анализа, диагностики и предупреждения заболеваний за счет предоставления дополнительной, расширенной информации о наличии в образце определенных компонентов (аналитов), которые подлежат исследованию.

Процесс определения аналита – органического канцерогена с помощью полупроводниковых КТ как детекторных элементов основан на регистрации явления электрогенерированной хемилюминесценции. При подаче напряжения на электроды осуществляется перенос электрона между электродом и соответствующими молекулами и образуются анион-радикалы молекул аналитов A^- на вспомогательном электроде, а также катион-радикалы KT^+ во время реакции окисления на рабочем электроде. В результате этого, анионы A^- диффундируют к КТ, которыми модифицированная поверхность рабочего электрода. Подойдя на расстояние молекулярного взаимодействия между указанными частицами может осуществляться перенос электрона с предельной молекулярной орбитали аналита A^- в зону проводимости KT^+ . Результатом такого электронного перехода является образование электрон-возбужденных KT^* и молекул аналита в основном состоянии. Так как данное состояние КТ является нестабильным, то носители заряда переходят из зоны проводимости в валентную зону КТ (межзонный переход) с излучением квантов света $h\nu$. А молекулы аналита за счет молекулярной диффузии возвращаются к вспомогательному электроду, где есть дефицит их концентрации, и процесс анализа может быть вновь повторен.

Возбуждение КТ при условии $E_g \leq E_A$, где E_g – ширина запрещенной зоны полупроводниковой КТ, E_A – разница между граничными уровнями молекулы аналита, является энергетически выгодным, а потому вероятным. С точки зрения энергии экзотермических процессов переноса электрона, это означает также, что свободная энергия Гиббса ΔG такого процесса должна быть меньше ширины запрещенной зоны КТ. Реализация этого условия может значительно увеличить селективность анализа.

При разработке нанофотонного сенсора для определения одного или нескольких представителей органических канцерогенов в жидкой среде выбор детекторных элементов (КТ) сенсора осуществляется на основе квантово-химических расчетов энергетических параметров аналита или аналитов и детекторов, спектральных и электрохимических характеристик детекторных элементов с учетом вышеприведенных условий.

В результате работы были проведены экспериментальные исследования разработанного нанофотонного сенсора на модельных образцах, которые показали возможность практического применения данного устройства в области лабораторного анализа в экологии и медицине.

Тестирование нанофотонного сенсора на основе КТ типа $CdSe/ZnS/TOPO$ проводилось с использованием аналита – органического канцерогена 3,4-бензпирена. При проведении экспериментальных исследований использовался электрохемилюминесцентный анализатор *ЕЛАН-3d* (собственная разработка ЛАОХ), в которую входит фотоэлектронный умножитель типа *Hamamatsu H5784-20*, потенциостат *AutoLab PGSTAT 302* и устанавливается разработанный нанофотонный сенсор как ячейка для проведения анализа.