

УДК 535.32: 621.378
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОНОВ НА ГРАНИЦЕ
РАЗДЕЛА СРЕД «АЛЮМИНИЙ-ДИЭЛЕКТРИК»
И «МЕДЬ-ДИЭЛЕКТРИК»

А. Л. ШАМБАЛОВА, Д. Г. ЕФРЕМЕНКО, Д. Б. ГЛУШАК
Научный руководитель А. В. ШУЛЬГА
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Тема работы по исследованию поверхностных плазмонов на границе раздела сред «алюминий-диэлектрик» и «медь-диэлектрик» была выбрана исходя из актуальности проблемы использования поверхностных плазмонов в области электроники, голографии, биологии, сенсорики и других областях. Целью работы послужило изучение особенностей поведения плазмонов под действием излучения света различного спектра на предмет их применения их в вышеуказанных областях.

Как известно, плазмон – квазичастица, отвечающая квантованию плазменных колебаний, которые представляют собой коллективные колебания свободного электронного газа. Плазмоны играют большую роль в оптических свойствах металлов. Свет с частотой ниже плазменной частоты отражается потому, что электроны в металле экранируют электрическое поле световой электромагнитной волны. Свет с частотой выше плазменной частоты проходит, потому что электроны не могут достаточно быстро ответить, чтобы экранировать его. Поверхностные плазмоны сильно взаимодействуют со светом, приводя к образованию поляритонов. Они играют роль в поверхностном усилении рамановского рассеяния света.

При проведении исследований мы использовали две установки: вакуумная установка для напыления алюминиевых и медных пленок на основание прозрачной диэлектрической призмы и регистрирующий спектрофотометр для регистрации плазмонных мод под действием ультрафиолетового и видимого излучения.

Свет от источника в монохроматоре разлагается в спектр, после чего монохроматическая компонента излучения направляется на устройство, где преобразовывается в прерывистый поток, который попеременно проходит через сравнительный (диэлектрическая призма) и исследуемый образцы (диэлектрическая призма с напыленной на основание металлической плёнкой). На детектор излучения падают ослабленные световые потоки сравнения и измерения, и по данному соотношению мы получаем графическую зависимость поглощения света, отражённого от металлической плёнки на основании призмы от длины волны.

Измерив экспериментальную зависимость коэффициента отражения от длины волны для алюминиевой плёнки и рассчитав по ним значения длин

волн резонансного минимума получим, что в зонах наибольшего поглощения, а именно на границе ультрафиолетового и видимого излучений, наблюдается ярко выраженный плазмонный резонанс – возбуждение поверхностного плазмона на его резонансной частоте внешней электромагнитной волной. При полном внутреннем отражении вдоль отражающей поверхности распространяется электромагнитная волна, скорость которой зависит от угла падения. Если при определенном угле падения скорость этой волны совпадет со скоростью поверхностного плазмона на поверхности металла, то условия полного внутреннего отражения нарушатся, и отражение перестает быть полным, возникает поверхностный плазмонный резонанс.

Что же касается опыта над медными пленками, то он состоял из двух частей. В первой, как и ранее, прописывали образцы под действием излучения различных длин волн, определяли области минимум графиков. В итоге, получив схожие с предыдущими результаты исследовали влияние паров этилового спирта на спектр поглощения медной пленкой. Наличие паров этилового спирта привело к заметному измерению спектра поглощения. Область плазмонных колебаний сместилась и достигла своего минимума на длине волны 427 нм. Данный эффект позволяет как изменять длину волны возбуждения плазмонных мод, так и регистрировать наличие паров тех или иных газов.

В настоящее время явление поверхностного плазмонного резонанса широко применяется при создании химических и биологических сенсоров. При контакте с биообъектами (ДНК, вирусы, антитела) плазмонные эффекты позволяют более чем на порядок увеличить интенсивность сигналов флуоресценции, т. е. значительно расширяют возможности обнаружения, идентификации и диагностики биологических объектов. Также плазмоны рассматриваются как средство передачи информации в компьютерных чипах, так как проводящие для плазмонов могут быть намного тоньше, чем обычные проводящие, и могут поддерживать намного более высокие частоты (в режиме 100 ТГц, в то время как обычные проводящие обладают большими потерями при 10 ГГц).