

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СИГНАЛА С НАНОЧАСТИЦАМИ, НАНЕСЕННЫМ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВУЮ ПОДЛОЖКУ

Ивашова М.С., Копыт Н. Х., Примин В.А., Ивашов С.Н.,

*Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2 Одесса, 65082, Украина*

Известно, что наночастицы благородных металлов обладают в видимой и УФ областях спектра долгоживущими поверхностными плазменными резонансами, возбуждение которых приводит к локальному увеличению плотности электромагнитной энергии. Интенсивное взаимодействие наноразмерных металлических частиц с видимым светом приводит к возбуждению коллективных колебаний электронов проводимости – плазмонов. Усиление магнитооптического отклика поверхностными плазмонами имеет большое значение при исследовании малых объемов магнитного вещества, особенно в ближнеполевой магнитооптической наноскопии [1]. Особый интерес представляет плазменное взаимодействие в упорядоченных наномасштабных структурах. Например, при правильном подборе диаметров металлических частиц и расстояния между ними в действующем электромагнитном поле значительно возрастает интенсивность оптических и магнитооптических процессов. Передача электромагнитной энергии по совокупности металлических наночастиц основана на электродинамическом взаимодействии ближнего поля между частицами, образующими парные плазменные волны или парный диполь. При таком виде взаимодействия происходит резонансный процесс передачи энергии, наблюдаемый в системах с близко расположенными оптически возбужденными атомами, молекулами или полупроводниковыми нанокристаллами.

При проведении экспериментальных исследований использовался вакуумный пост ВУП-5. Наночастицы из металлов (медь, серебро, платина) создавались методом дуговой плазмы. В дуге возникает конденсированная дисперсная фаза, состоящая из наночастиц металла. Наночастицы несут на себе избыточный электрический заряд, что позволяет в соответствующем электростатическом поле осаждать их на подложку. При этом осаждение осуществлялось на том участке траектории, на котором имеются необходимые размеры и концентрация наночастиц. Осаждение наночастиц производилось в электростатическом поле напря-

женностью 2кВ на тщательно очищенную кремневую или арсенид галевую подложку. В ряде экспериментов подложка толщиной 0,1мм покрывалась тонким слоем желатина. Определение размеров осаждающихся наночастиц и их взаимного расположения проводилось с помощью растрового микроскопа. При проведении экспериментов давление в камере понижалось до 10^{-7} мм. рт. ст.

Обработка результатов экспериментов проводилась с помощью методов моментов, в качестве аппроксимирующего выражения был выбран асимптотический ряд Эджворта. Размеры получаемых наночастиц варьировались в пределах от $d = (25 \div 150)$ нм., а расстояние между частицами от $D = (25 \div 230)$ нм. Плазменные волны, возникающие на подложке, имели частоту $\omega \approx (4 \div 5,5) * 10^{15} \text{ сек}^{-1}$, что соответствует длинам волн $\lambda = (370 \div 530)$ нм. При концентрации электронов $c = (5,5 \div 9,8) * 10^{22} \text{ см}^{-3}$. Все остальные данные, такие как удельное сопротивление металлов, средняя длина свободного пробега электронов в них и др. брались из таблиц.

При обработке экспериментальных данных оказалось, что наибольшее увеличение плотности электромагнитной энергии достигается при отношении расстояния между частицами к их диаметру $r = (1,5 \div 2,2)$, а размер частиц играет более значительную роль в увеличении плотности электромагнитной энергии, чем расстояние между частицами. Наибольшее увеличение плотности электромагнитной энергии достигается как для медных, так и платиновых и серебряных частиц диаметром $d = (75 \div 110)$ нм, и расстоянием между ними $D = (150 \div 200)$ нм. Наличие тонкого слоя желатина практически не оказывает влияние на изменение плотности электромагнитной энергии.

Литература:

1. В.А. Кособукин. Магнитооптический эффект Керра в ближнем поле нанопроволоки, обладающей поверхностными плазмонами. // *Физика твердого тела*, 2009. , том 51, вып. 2, стр.377-384.