ЗАВИСИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ И КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОТ ЧАСТОТЫ ДЛЯ КОМПОЗИТА С НАНОЧАСТИЦАМИ ЗОЛОТА

Потапова И.И.[1], Яцышен В.В.[1]

[1)] Волгоградский Государственный Университет, Волгоград, Россия
E-mail: ipotapova28@mail.ru

DEPENDENCE OF COMPLEX DIELECTRIC PERMEABILITY AND COMPLEX REFRACTION INDEX FROM FREQUENCY FOR COMPOSITE WITH GOLD NANOPARTICLES

Potapova I.I.[1], Yatsishen V.V.[1]
[1)] Volgograd State University, Volgograd, Russia

The aim of this work is to calculate the dependences of the complex dielectric permeability and complex refractive index on frequency for a composite material with metal nanoparticles. A dielectric matrix with randomly distributed gold nanoparticles in it was chosen as a nanocomposite

Металл-диэлектрические структуры, в которых возможно возбуждение поверхностных плазмонов (ПП) вызываю значительный интерес в настоящее время. В этих стуктурах концентрация энергии ЭМП высока вблизи метеллической границы [1]. На базе таких структур возможно создать оптические устройства и сенсоры, которые будут обладать высокой чувствительностью и компактными размерами [2]. Это имеет большое практическое значение для разработок во многих областях. Например, таких как нелинейная оптика, оптическая спектроскопия, микроскопия высокого разрешения и других [3].

Дисперсионное уравнение для поверхностного поляритона на границе нанокомпозит-воздух в случае s-поляризации будет иметь вид:

$$ks=k0ns \quad (1)$$

$$k0= \omega/c0 \quad (2)$$

Показатель преломления нанокомпозита в случае s-поляризации.

$$n_s=\sqrt{((\varepsilon_{mix}(\omega)\,\varepsilon_0)/(\varepsilon_{mix}(\omega)+\varepsilon_0))} \quad (3)$$

ε_1-диэлектрическая проницаемость воздуха (ε_1=1)

В случае композитного материала диэлектрическая проницаемость нанокомпозита будем вычислять с помощью модели Максвелла-Гарнета

$$(\varepsilon_{mix}-\varepsilon_d)/(\varepsilon_{mix}+2\varepsilon_d)=f\,(\varepsilon(\omega)-\varepsilon_d)/(\varepsilon(\omega)+2\varepsilon_d) \quad (4)$$

Здесь f - относительный объем наночастиц в композите, ε_d - диэлектрическая проницаемость матрицы композита $\varepsilon(\omega)$ – диэлектрическая проницаемость наночастиц. Для расчета использованы следующие значения параметров f =0.2, ε_d=2.56.

В дальнейших расчетах используются результаты работы [4], в которой освещаются результаты измерений комплексной диэлектрической проницаемости металлических пленок различной толщины.

На рисунке 1(а) показаны графики действительных и мнимых частей диэлектрической проницаемости нанокомпозита в зависимости от длины волны в нанометрах. Отрицательные значения действительной части диэлектрической проницаемости отвечают области возбуждения поверхностных плазмонов на границе нанокомпозита.

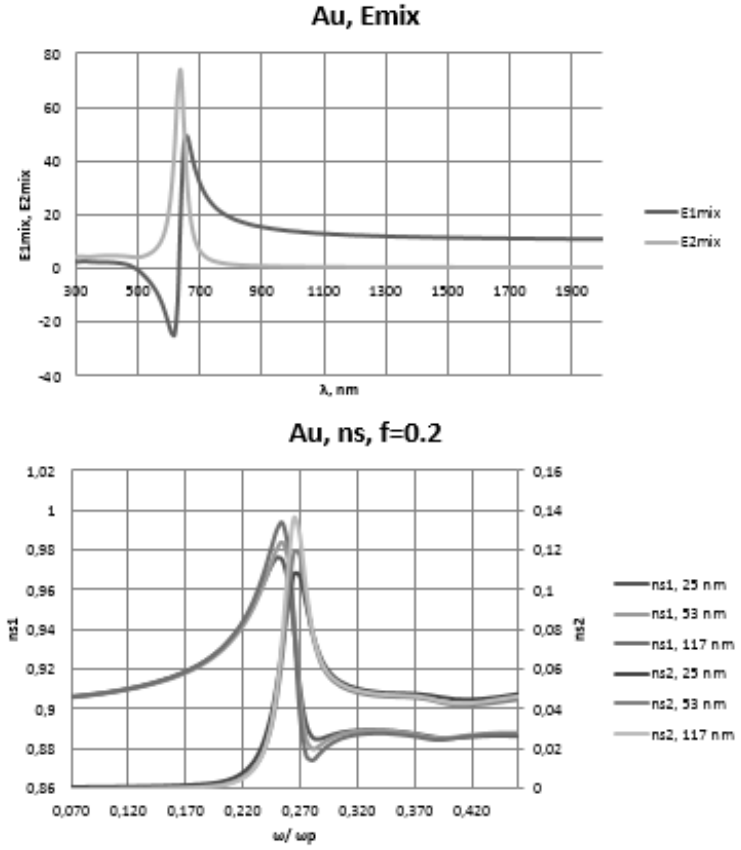

Рис. 1. а) Графики действительных и мнимых частей диэлектрической проницаемости нанокомпозита в зависимости от длины волны. б) Графики зависимостей n_{s1} и n_{s2} действительной и мнимой частей комплексного показателя преломления нанокомпозита n от нормированной частоты ω/ω_p в случае s-поляризации

На рисунке 1(б) представлены зависимости n_{s1} и n_{s2} действительной и мнимой частей комплексного показателя преломления нанокомпозита n от нормированной частоты ω/ω_p в случае s-поляризации для пленок толщинами 25 нм, 53 нм, 117 нм, при ε_d=2,56 и f=0,2.

Кривые графика комплексной диэлектрической проницаемости, как видно, имеют резонансный характер (вид кривых аналогичен случаю ионного материала). Функция ε_mix (ω) в интервале [ω_{10}, ω_{20}] отрицательна. Следовательно, нанокомпозит подобен металлу в этой области. Это означает, что можно ожидать ФЗЗ в данном промежутке частот. В области частот $\omega_{10} > \omega > \omega_{20}$ вдоль границы

раздела возможно распространение поверхностных волн — поверхностных поляритонов. Варьирование материалами структуры, размером и концентрацией наночастиц открывает широкие возможности для изменения показателя преломления нанокомпозитных сред и практического их применения.

1. Бабичева В.Е. Поверхностные плазмон-поляритоны в периодических наноструктурах: автореф. дис. на соиск. учен. степ. конд. физ.-мат. Наук (01.04.02)/ Бабичева Виктория Евгеньевна; Московский физико-технический институт (государственный университет). – Долгопрудный, 2012.
2. Горелик В.С., Филатов В.В. Унитарные поляритоны в однородных средах и фотонных кристаллах // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013. – вып. 8.
3. Агранович В.М. Кристаллооптика поверхностных поляритонов и свойства поверхности / Агранович В.М. // Успехи физических наук / 1975. – февраль. - том 115. – выпуск – 2.
4. D. I. Yakubovsky, A.V. Arsenin, Y.V. Stebunov, D. YU. Fedyanin, V.S. Volkov. Optical constants and structural properties of thin gold films. OPTICSEXPRESS, 2017. Vol. 25, No. 21 P. 25574- 25587.

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА И МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КВАЗИБИНАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ $Nd(Co_{1-x}Fe_x)_2$, x = 0.04, 0.16

Аникин М.С.[1], Тарасов Е.Н.[1], Потапов Е.В.[1], Рагозина М.В.[1], Зинин А.В.[1]

[1)] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: maskim.anikin@urfu.ru

MAGNETIC PROPERTIES AND MAGNETOCALORIC EFFECT OF $Nd(Co_{1-x}Fe_x)_2$, x = 0.04, 0.16 QUASIBINARY COMPOUNDS

Anikin M.S.[1], Tarasov E.N.[1], Potapov E.V.[1], Ragozina M.V.[1], Zinin A.V.[1]
[1)] Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

In this paper, presents the results of a study of the temperature and field dependences of specific magnetization, magnetic hysteresis, the high field susceptibility (χpara) and dependences of ΔSm(T) and ΔTad(T) of $Nd(Co_{1-x}Fe_x)_2$ compounds at 2 – 320 K and in magnetic fields up to 9 T.

В работе [1], было установлено, что в квазибинарных соединений $R(Co_{1-x}Fe_x)_2$ с тяжелыми редкоземельными элементами (R) частичное замещение Co на Fe приводит к возникновению платоподобных температурных зависимостей изменения магнитной части энтропии (ΔSm) и адиабатического изменения температуры (ΔTad) ниже температур Кюри (TC) [1]. В соединениях типа RT2 с тяжелыми редкоземельными элементами магнитные моменты R-подрешетки и