

УДК 537.876.2

РАСЧЁТ ПРОВОДИМОСТИ ТОНКИХ И УЛЬТРАТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОЙ ТЕРАГЕРЦОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Резвых А.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент-исследователь Ходзицкий М.К.
(Университет ИТМО)

Аннотация.

Представлена методика расчета проводимости тонких проводящих пленок, разработанная с целью усовершенствования соотношения Тинкхема. Данная методика предполагает меньшее количество приближений и позволяет более точно описать спектр проводимости тонких пленок. В работе показаны результаты экспериментального исследования проводимости монослоя графена в ТГц диапазоне частот с помощью ТГц спектроскопии во временной области, на основе которых производится сравнение применимости предложенной методики и соотношения Тинкхема к исследованию проводимости графеновых наноструктур.

Введение.

На сегодняшний день не существует более удобных методов расчета оптических свойств, таких как поверхностная фотопроводимость тонких проводящих пленок в ТГц диапазоне частот, чем формула Тинкхема:

$$\frac{T_{F+S}}{T_S} = \left| 1 + \frac{Z_0 \sigma d_F}{n_S + 1} \right|^{-2},$$

где T_S, T_{F+S} – это энергетические коэффициенты пропускания подложки и подложки с графеном соответственно, Z_0 – импеданс свободного пространства, n_S – показатель преломления подложки, σ – проводимость пленки, d_F – толщина пленки. Данная формула не является универсальной: она применима лишь в случае высоко проводящих или сверхпроводящих пленок толщины много меньшей скин-слоя и длины падающей волны, а мнимая часть проводимости много меньше действительной части. Перечисленные выше факторы ограничивают применение формулы на практике.

Основная часть.

Предлагаемая методика расчета разработана исходя из классических уравнений и законов электродинамики и справедлива для расчета дисперсии проводимости тонких проводящих пленок в терагерцовом диапазоне частот. При выводе формул были учтены поглощение в пленке, интерференция в подложке, а также наличие значимой мнимой части проводимости, что не было учтено в формуле Тинкхема.

Выводы.

Разработанная методика позволяет на основе измерения методами терагерцовой спектроскопии во временной области спектров пропускания и отражения подложки и подложки с пленкой получить спектр действительной и мнимой части проводимости пленки. В свою очередь, формула Тинкхема дает представление только о модуле проводимости. Также предложенные методы расчета не ограничивают исследователей допущениями, необходимыми для того, чтобы формула Тинкхема была справедливой.

Резвых А.Д. (автор)

Ходзицкий М.К. (научный руководитель)
