Измерение оптических свойств металл-диэлектрических поверхностей с помощью терагерцовой поверхностно-плазмонной интерферометрии

В.В. Герасимов^{1,2}, А.К. Никитин^{2,3}, О.В. Хитров³, А.Г. Лемзяков^{1,2}

¹ Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск,

630090, пр. Академика Лаврентьева, 11

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова, 2

³ Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва, 117342, Бутлерова, 15

тел: +7 (383) 329-48-39, эл. почта: v.v.gerasimov3@gmail.com

DOI 10.34077/RCSP2021-65

Поверхностные плазмон-поляритоны (ППП) – это разновидность поверхностных p -поляризованных электромагнитных волн, распространяющихся вдоль границы металл-диэлектрик, неразрывно связанных с волной свободных зарядов на поверхности проводника. PPP в видимом и ближнем ИК диапазоне широко используются для спектроскопии тонких пленок на поверхности проводников и оценки качества обработки поверхности металла [1]. Это возможно благодаря высокой концентрации электромагнитного поля вблизи проводящей поверхности (как со стороны диэлектрика, так и со стороны проводника).

В терагерцовом (ТГц) диапазоне частот металлы имеют высокую проводимость, приближаясь к идеальным проводникам; в результате они слабо связаны с поверхностью металла и распространяются на десятки сантиметров. С одной стороны, это позволяет более просто, чем в видимом диапазоне частот, измерять длину распространения PPP вдоль поверхности (в видимом диапазоне она составляет несколько микрон), зная которую можно определить мнимую часть его показателя преломления $k = k' + i \cdot k''$. С другой стороны, из-за высокой проводимости металлов, реальная часть показателя преломления очень мало отличается от единицы ($\approx 10^{-5}$ на чистом металле), что налагает высокие требования к точности измерений, трудно достигаемые существующими методами [2].

В данной работе представляются первые экспериментальные результаты по измерению реальной и мнимой частей показателя преломления PPP с помощью плазмонного интерферометра Майкельсона [3] с использованием монохроматического перестраиваемого терагерцового Новосибирского лазера на свободных электронах (ЛСЭ) [4]. Это стало возможным благодаря предшествующим экспериментальным исследованиям по генерации и распространению PPP, их отражению плоскими зеркалами, делению с помощью тонких диэлектрических пленок. В качестве образцов использовались полированные стеклянные пластины с непрозрачным золотым напылением, покрытые слоем ZnS толщиной от 90 до 1000 нм. Точность измерения реальной части показателя преломления PPP зависела от толщины диэлектрического покрытия и стабильности работы ЛСЭ, достигая $3 \cdot 10^{-4}$ RIU.

В работе использовалось оборудование ЦКП «СЦСТИ» на базе УНУ "Новосибирский ЛСЭ" в ИЯФ СО РАН.

Литература

- [1] Agranovich V M and Mills D L 1982 Surface polaritons. Surface electromagnetic waves at surfaces and interfaces (Amsterdam: North Holland Publ. Company)
- [2] Azarov, I.A., Shvets, V.A., Prokopiev, V.Y. et al. A terahertz ellipsometer. Instrum Exp Tech **58**, 381–388 (2015).
- [3] A.K. Nikitin, O.V. Khitrov, V.V. Gerasimov, “Quality control of solid surfaces by the method of surface plasmon interferometry in the THz range”, J. Physics: Conf. Series, vol. 1636, 012037, 2020.
- [4] G. N. Kulipanov, et al, “Novosibirsk free electron laser facility description and recent experiments,” IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol. **5**, 798–809 (2015).