

高強度フェムト秒レーザー照射によりシリコンへ励起された 表面プラズモンポラリトンの観測

Observation of Surface Plasmon Polaritons on Si excited with an Intense Femtosecond Laser Pulse

○萩谷 将人、宮地 悟代 (東京農工大)

○Masato Hagiya, Godai Miyaji (Tokyo Univ. of A & T)

E-mail: 50015644019@st.tuat.ac.jp

はじめに：高強度のフェムト秒 (fs) レーザーを半導体・誘電体表面に集光照射すると、その表面に金属に匹敵するほどの高密度な自由電子が励起され、試料表面の粗さによって光との位相整合条件が満たされて表面プラズモンポラリトン (SPP) が励起される[1,2]と結論づけられてはいるものの、これまで直接観測した報告はなかった。そこで、表面粗さをモデル化した試料として Si 表面に回折格子を付与したターゲットを準備し、その反射率の角度依存性を測定したところ、単一パルスアブレーションしきい値より高いフルーエンスで、 p 偏光かつ入射角度 $\theta \sim 24^\circ$ のとき、図 1(a)に示すように反射率の急激な減少 (ディップ) が現れ、励起された SPP の観測に成功した[3]。本研究では、異なるフルーエンス F の fs レーザーを照射して同様に反射率を測定することにより、 F によって SPP のダンピングが変化することも測定可能であることを示す。

実験と結果： fs レーザー照射によって Si 表面に 10^{22} cm^{-3} オーダーの電子密度が励起されたときに入射角度 $\theta \sim 24^\circ$ で SPP が励起されるように、周期間隔 $\Lambda = 1300 \text{ nm}$ 、高さ 60 nm の Si 回折格子 [3]を準備した。その表面に Ti:sapphire レーザーシステムから出力された直線偏光の fs レーザーパルス (100 fs, 800 nm, 10 Hz) を単一パルス、入射角度 θ で照射し、CCD カメラで反射率を測定した[図 1(a)]。 p 偏光でのみ現れる反射率ディップの θ とディップを構成する反射率曲線の幅から、SPP の波数 k_{SPP} とダンピング Γ を求めた。図 1(b)に実験結果を示す。 F を 700 mJ/cm^2 から 1400 mJ/cm^2 まで増加させると、 k_{SPP} はほぼ一定であるものの、 Γ は約 40%減少することを捉えている。この結果は、本計測手法が F の増加によって、表面に励起された電子密度が変化すること、それによって変化する Γ を高感度に検出できることをよく示している。

[1] G. Miyaji and K. Miyazaki, Opt. Express **16**, 16265 (2008).

[2] G. Miyaji, K. Miyazaki *et al.*, Opt. Express **20**, 14848 (2012).

[3] 萩谷将人, 宮地悟代, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 13p-2F-9 (2015).

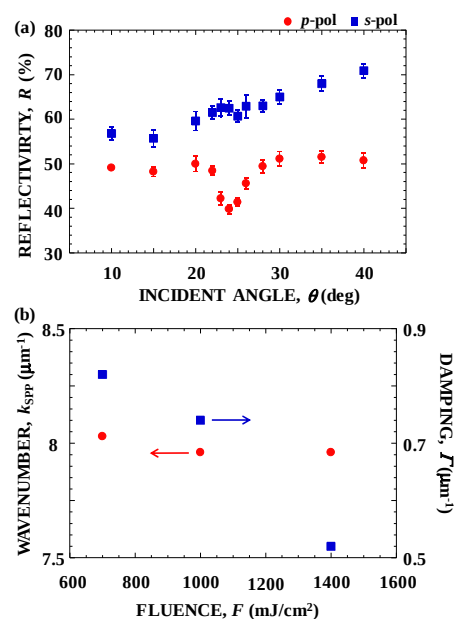


Fig. 1. (a) reflectivity measured as a function of the incident angle with a single fs pulse at $F = 700 \text{ mJ/cm}^2$. (b) wavenumber and damping of the excited SPPs on Si grating measured as a function of the laser fluence.