

金属ナノ構造を用いた表面フォノンポラリトンの伝搬ダイナミクス計測

Investigation on Surface Phonon Polariton Dynamics using Metal Nanostructures

東大生研¹, [○](M2) 北出 修大¹, 森近 一貴¹, 芦原 聡¹

IIS, The Univ. of Tokyo¹, [○](M2) Shuta Kitade¹, Ikki Morichika¹, Satoshi Ashihara¹

E-mail: skitade@iis.u-tokyo.ac.jp

表面フォノンポラリトン (SPhP) は、極性結晶中の光学フォノンと光が結合した表面波である。その波長短縮効果と小さな伝搬ロスゆえに、プラズモニクスに代わる赤外ナノオプティクスのツールとして、表面増強分光・近接場イメージング・光情報処理への応用が、また、ナノスケール熱伝導制御や固体相変化への応用が期待されている。我々は、このように重要性が高まりつつある SPhP の伝搬特性を、緩和ダイナミクスと非線形性まで含めて明らかにすることを目指している。

SPhP は伝搬光と比べ大きな波数をもつため、伝搬光では直接励起・観測ができない。そこで今回、我々は金属グレーティング構造を利用して SPhP の励起・観測する手法を検討した。4H-SiC の c 面上の SPhP を対象とし、構造の異なる金グレーティングの反射スペクトルを FDTD 法による数値シミュレーションを用いて計算した。Fig. 1 はワイヤー幅 (L_1) を $1\ \mu\text{m}$ にし、ワイヤー間隔 (L_2) を変化させた時の反射スペクトルの計算結果である。その結果、TO (横波光学フォノンモード) と LO (縦波光学フォノンモード) 間の周波数領域 (Reststrahlen band) にシャープなディップが観測され、間隔 L_2 に応じてディップ周波数がシフトする様子を確認した。このことは間隔 L_2 に応じて、SPhP のモード選択的励起が可能であることを示している。同様の反射スペクトル計算を、グレーティングの個々のワイヤーが Reststrahlen band 内の周波数において、アンテナモードの共鳴をする $L_1=7\ \mu\text{m}$ のワイヤーで行った。すると、 L_2 に応じてモード選択的励起が起きることに加え、ディップがより深くなること、すなわち、より高効率に励起できることを見出した (Fig. 2)。また同時に線幅のブロードニングが起きることも分かった。これは SPhP 本来の寿命に加え、放射ダンピングによるロスが原因と考えられる。

以上の結果より L_1 と L_2 の2つのパラメータと構造の反射ディップ周波数から、SPhP の分散関係の計測ができることを見出した。SPhP の本来の寿命を測定するという観点では、放射ダンピングの影響が小さい Fig. 1 のような細いワイヤー構造を用いることが適切である。一方で、SPhP の非調和性・非線形性の計測においてはより高効率な励起が必要なため、Fig. 2 の場合のように高効率に励起できる構造を用いることが望ましいと結論づけた。

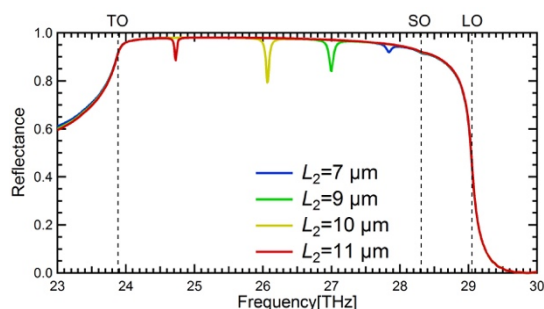


Fig. 1 $L_1=1\ \mu\text{m}$ の時の反射スペクトル

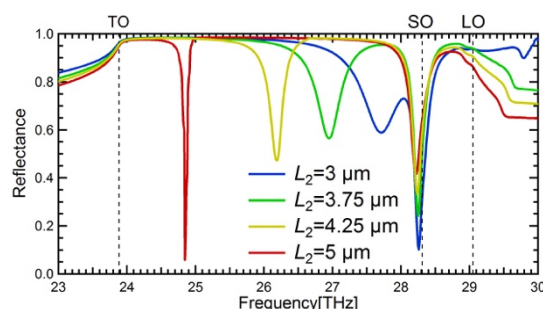


Fig. 2 $L_1=7\ \mu\text{m}$ の時の反射スペクトル