

## 表面フォノンポラリトンの超高速非線形応答の観測

### Observation on Ultrafast Nonlinear Response of Surface Phonon Polariton

東大生研<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(M2)北出 修大<sup>1</sup>, 森近 一貴<sup>1</sup>, 芦原 聡<sup>1</sup>

IIS, The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(M2) Shuta Kitade<sup>1</sup>, Ikki Morichika<sup>1</sup>, Satoshi Ashihara<sup>1</sup>

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、高効率な光検出器や電場増強効果を利用した表面増強赤外分光といった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応用が期待されている[1,2]。これらは SPhP の線形応答を利用したものであるが、SPhP を強励起できれば非線形応答が発現し、ナノ空間における超高速スイッチングや赤外-THz 領域の光コヒーレント増幅への応用が期待される[3]。この SPhP の非線形応答はフォノンの非調和性と深く関わっていると考えられる。さらに、フォノンの非調和性により生じる緩和ダイナミクスは、マクロスコピックに観測される熱伝導の振る舞いを司っている。

そこで我々は、このように物性物理学の深化と応用の両面において重要な SPhP の非線形応答、すなわちポテンシャルの非調和性とエネルギー緩和ダイナミクスの観測を試みた。測定対象は代表的な極性結晶である 4H-SiC の光学軸面上に生じる SPhP である。まず SPhP を励起するために、電子線リソグラフィーにより 4H-SiC 上に金グレーティング構造を作製した。グレーティング構造により、自由伝搬光と SPhP の波数整合が満たされ、グレーティング周期を選ぶことによりモード選択的な SPhP 励起ができる。このときの FTIR 反射スペクトルを Fig. 1 に示す。910 cm<sup>-1</sup> の反射率ディップは SPhP が励起されたことによる吸収を示している。この 910 cm<sup>-1</sup> の SPhP モードに対して、赤外ポンプ・プローブ分光を行なった。Fig. 2 は中心周波数 910 cm<sup>-1</sup>、パルスエネルギー 0.4 μJ のポンプ光を用いた赤外反射ポンプ・プローブ分光測定で得られた、反射率変化スペクトルである。910 cm<sup>-1</sup> の SPhP モードのブリーチングに起因する正の反射率変化 (904 cm<sup>-1</sup>) と励起状態吸収に起因する負の反射率変化 (913 cm<sup>-1</sup>) が観測された。また反射率変化の時間応答から、エネルギー緩和時間 17 ps を得た。今後は、横光学フォノンモードや縦光学フォノンモードといったバルクのフォノンモードの非線形応答と SPhP の非線形応答の関係性を調べる。

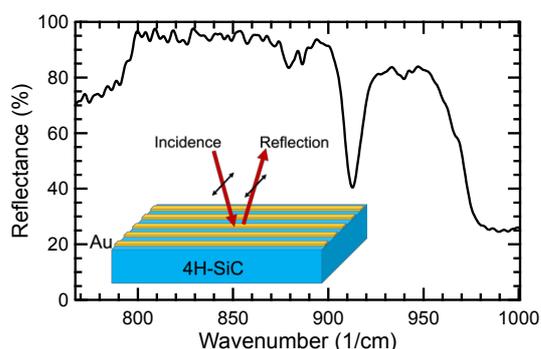


Fig. 1 Reflection FTIR spectrum of 4H-SiC.

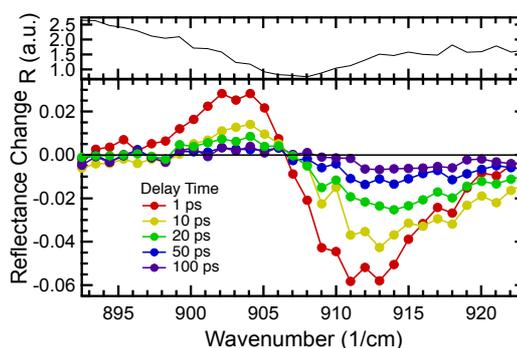


Fig. 2 (Upper) Reflection spectrum;  
(Lower) Transient reflectance change spectrum.

[1] R. Stanley, Nature Photonics vol. 6, p409-411 (2012).

[2] J. D. Caldwell, et al., Nanophotonics 4, 44-68 (2015).

[3] A. Cartella, et al., PNAS published ahead of print (2018).