

$\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ のワイル半金属領域における超高速フォノンダイナミクス

Ultrafast dynamics of coherent phonon in $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ in Weyl semimetal phase

筑波大・数理物質¹, 産総研ナノエレ²

○小森 雄太¹, 齊藤 雄太², 長谷 宗明¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST-NeRI²

Yuta Komori¹, Yuta Saito², and Muneaki Hase¹

E-mail: s1610993@s.tsukuba.ac.jp

近年, トポロジカル絶縁体(TI)やワイル半金属(WSM)などに代表されるトポロジカル物質は, 物性物理学の分野で大きな注目を集めている。その理由として, トポロジカル物質中に存在する準粒子は, 質量ゼロの Dirac 粒子や Weyl 粒子として振る舞うことから, 高いキャリア移動度や電気伝導性, 熱伝導性を有するという性質を持つことが挙げられる。そのため, このような性質を活かした, 超低消費電力かつ超高速な動作を可能とする次世代の電子デバイスの実現が期待されている。

トポロジカル物質の中でも, とりわけ高移動度のキャリアや複数の表面状態を持つ物質として知られているのが $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ である[1]。 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ は初めて発見された 3 次元 TI であり[1], 近年, 組成比(x)と原子配置を制御することにより, TI 相のみならず, WSM 相($x = 0.50, 0.83$)をも実現することが理論的に予測された[2]。しかし, デバイス応用の鍵を握る $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の WSM 組成域におけるキャリアやフォノンの散乱過程については未だ実験的な知見が十分得られていない。

そこで, 本研究では組成の異なる $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ において, フェムト秒パルスレーザー(光源: Ti:sapphire レーザー, パルス幅: 30 fs, 中心波長: 830 nm)を用いたポンプ・プローブ型反射率測定を行うことにより, 超高速実時間領域でのコヒーレントフォノンの散乱過程を調べた。

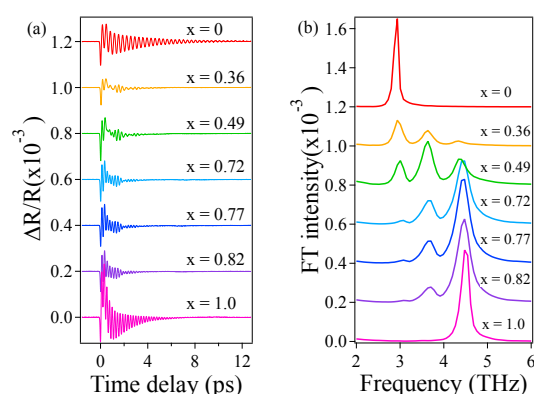


FIG.1 (a) The reflectivity change in $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ alloys with the Sb concentration from $x = 0$ to 1 at room temperature. (b) Fourier transformed (FT) spectra obtained from the time domain data in (a).

ポンプ・プローブ反射率測定の結果から得られたコヒーレントフォノン信号とそのフーリエ変換スペクトルを FIG.1 に示す。さらにフィッティング解析を行うことで, $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の各組成における, コヒーレントフォノンの減衰定数を求めた。その結果, コヒーレントフォノンの減衰時間が組成比に依存して大きく変化することを発見した。これは $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の散乱過程が alloy 散乱だけでなく, ワイル半金属領域における phonon-electron 散乱も起因している可能性が示唆されるものである。

[1] D. Hsieh *et al*, Nature **452**, 970 (2008).

[2] Yu-Hsin Su *et al*, Phys. Rev. B **97**, 155431 (2018).