

GaP におけるコヒーレントフォノンの Ga⁺集束イオンビーム照射効果

The effect of irradiation by Ga⁺ focused ion beam on coherent phonons in GaP crystal

筑波大数理物質¹, 産総研ナノエレ², °(M1)市川 卓人^{1,2}, 関口 隆史¹, 齊藤 雄太², 長谷 宗明¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST-NeRI², °Takuto Ichikawa^{1,2}, Takashi Sekiguchi¹, Yuta Saito², Muneaki Hase¹

E-mail: s1920300@s.tsukuba.ac.jp

フェムト秒レーザーパルスを固体に照射すると、位相が揃った格子振動（コヒーレントフォノン：CP）が励起され、ラマン分光では困難な緩和ダイナミクスの詳細を知ることができる。今まで CP の位相緩和は、キャリア、点欠陥などのフォノン環境との相互作用による影響を受けることが分かっている。例えば、イオン注入によって形成された点欠陥の影響に関しては、Bi⁺イオン照射した Bi 多結晶膜において CP の減衰時間の逆数が点欠陥の密度に比例することが実証されている[1]。また一方、集束イオンビーム(FIB)もイオン照射を利用したエッチング装置であり、Si においては照射イオンによって形成されるダメージ層の厚さが評価されているが[2]、ダメージ層中の点欠陥の格子への影響は評価されていない。そこで我々は、赤色 LED や光触媒用としても応用される半導体 GaP において、CP 測定から FIB によって形成される点欠陥の評価を試みる。

試料として、Non-doped GaP(001)に対して、FIB 装置により加速電圧 30 keV の Ga⁺イオンを照射したものを用いた。GaP は閃亜鉛鉱型結晶構造を有する間接遷移型半導体(バンドギャップ: 2.3 eV)であり、ギャップ以下の光励起により誘導ラマン散乱機構による周波数 12.1 THz のコヒーレント LO フォノンが観察される[3]。そこで光源を中心波長 830 nm (1.49 eV)、パルス幅 30 fs の mode-locked Ti-sapphire レーザーを用いた。検出方式として異方性振動を高感度で検出するため反射型電気光学(EO)配置をとった。

Pump 光のフルエンス 570 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ のときの測定結果を図 1 に示す。その結果、12 THz 近傍のコヒーレント LO フォノンのピークのダウンシフトが観測された。これは、FIB 照射で生じた点欠陥によるフォノンの波数保存則の破れを示唆していると考えられる[4]。本研究は、産総研イノベーションスクール育成費および JST-CREST (JPMJCR1875)の支援を受けた。

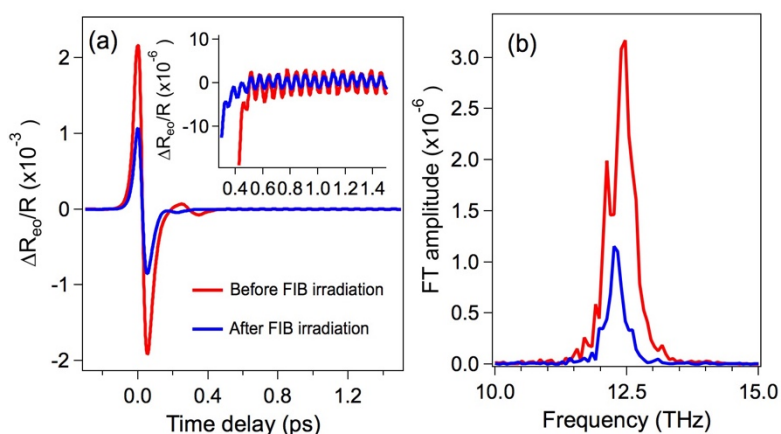


Figure 1 (a) Reflective EO signal of GaP (inset: enlarged oscillation part of 0.3-1.5 ps). (b) FFT spectra of the oscillation part.

[1] M. Hase *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **76**, 1258 (2000). [2] N.I. Kato, *J. Electron Microsc.* **53**, 451 (2004).

[3] K. Ishioka *et al.*, *Phys. Rev. B* **92**, 205203 (2015). [4] K. K. Tiong *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **44**, 122 (1984).