

平成 16 年 12 月 7 日

応用物理学会北海道支部
会員各位

応用物理学会北海道支部

講演会のお知らせ

下記講演会を開催いたしますので、多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。

演題：半導体シリコンにおけるコヒーレント光学フォノンの観測

講師：長谷宗明 氏

(物質・材料研究機構・主任研究員)

日時：平成 16 年 12 月 15 日(水) 13:30～15:00

場所：北海道大学工学部物理工学系大会議室 (A-1-17)

主催：応用物理学会北海道支部

講演の要旨

フェムト秒 ($1\text{fs} = 10^{-15}$ 秒) レーザー技術の進歩により種々の固体物質で、コヒーレントに励起された格子振動 (フォノン) を実時間領域で観測できるようになった。この場合、使用するレーザーのパルス幅は、コヒーレントフォノン振動の時間周期よりも十分短くなくてはならない。しかし一方で、レーザーパルス幅内 (通常 $20 \sim 100$ fs 程度) に隠されたコヒーレントフォノン生成のダイナミクスは未知の領域であり、光励起キャリアとフォノンの強い相互作用の観測が期待できる。

半導体シリコンは、デバイス利用性の高さから、電子の輸送問題 (移動度) や電子系の光応答特性 (光励起キャリアの緩和速度) などの研究が活発に行われている。しかし、シリコンにおけるコヒーレント光学フォノンの観測は、それが非常に高い周波数 (約 15 THz) であることや、シリコンが間接遷移型半導体 (バンドギャップ約 1.1eV at 300K) であり通常のフェムト秒パルスレーザー (波長 $800\text{nm} = 1.55\text{eV}$) では間接遷移しか励起できず、コヒーレントフォノン励起に十分な光励起キャリア (電子・正孔対) が生成されない事などの理由により、ほとんど行われていなかった。我々は、パルス幅 10 fs 以下、中心波長約 800 nm のチタン・サファイアレーザーを、 80 μm の厚さの BBO 結晶へ集光することにより得られた第 2 高調波 (中心波長 400 nm, パルス幅約 10 fs, 出力約 100 mW) を光源としてシリコンの直接遷移を光励起し、時間分解電気 - 光学 (E-O) サンプリング検出法を行った。その結果、シリコンのコヒーレント光学フォノン (周波数 15.2 THz) を実時間領域で明確に観測することができた。また、このコヒーレント光学フォノンの振幅は、レーザー光の波長や励起光強度に強く依存することが分かった。さらに、時間領域信号を時間/周波数解析法

(wavelet 変換)を用いて調べたところ、遅延時間が 50 fs 以前の所には光励起キャリア(連続準位)とコヒーレント光学フォノン (離散準位)との結合によると考えられる穴 (dip)が観測された。これはラマン散乱で観測されているファノ干渉を実時間で観測したことに相当すると考えられる。

世話人 松田 理

北海道大学大学院工学研究科量子物理工学専攻

電話 : 011-706-7190 omatsuda@eng.hokudai.ac.jp