原子スケールナノギャップ電極間に発生する強電界テラヘルツ電磁波とナノ構造のキャリアダイナミクス

Very intense terahertz electric fields induced at atomic-scale nanogap electrodes and their effects on carrier dynamics in nanostructures

○平川一彦 [1,2]、吉田健治 [1]、杜　少卿 [1]、張　亜 [1] (1.東大生研、2.東大ナノ量子機構)

°Kazuhiko Hirakawa[1,2], Kenji Yoshida[1], Shaoqing Du[1], and Ya Zhang[1] (1. IIS, Univ. of Tokyo, 2. INQIE, Univ. of Tokyo)

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

ナノ構造における特徴的なエネルギーや時間（分子振動周波数、エネルギー準位間隔、トンネル時間など）はテラヘルツ（THz）電磁波の領域にあり、ナノ構造と THz 電磁波の相互作用は物性解明や制御に非常に重要である。しかし、THz 電磁波の波長は 100 μm 程度あり、極微サイズのナノ構造とは相互作用断面積が極めて小さい。

我々は、通電断線法という技術を用いて、原子スケールのギャップを有する電極を作製し（図 1 (a)）、その間隙に単一分子を捕獲することにより、単一分子トランジスタを作製している[1]。このナノギャップ電極を THz アンテナとして用いることにより、2.5 THz の単色 THz 電磁波を単一 C60 分子に集光し、その伝導の様子を調べた。図 1 (c)に示すように、THz 電磁波の強度が十 mW 程度になると、THz 光子をバーチャルに吸収・放射してトンネルするプロセスに対応するコンダクタンスピークが観測された（光子支援トンネル効果）[2]。さらに、そのコンダクタンスを解析することにより、単一分子の位置で誘起される THz 電界の大きさを見積もったところ、数百 kV/cm 程度の強電界が誘起されていることがわかった[2]。この 10^5 倍にも達する電界増強はナノギャップ電極のプラズモン効果によるものであり、1 nm 以下の極微領域の非線形ダイナミクスの研究に新しい可能性を拓くものである。

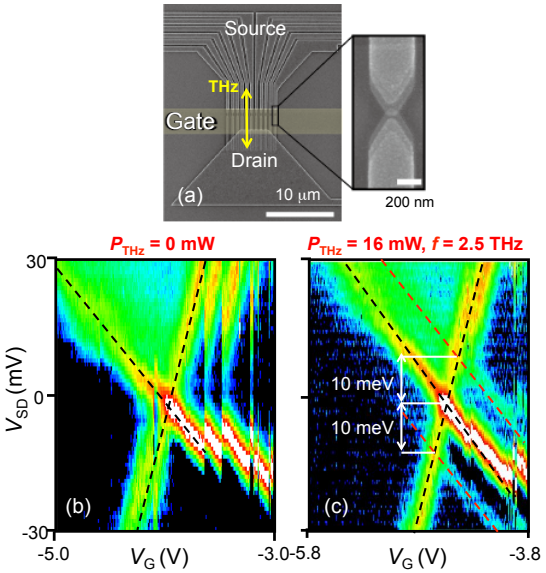

図 1　(a) 実験に用いた単一分子トランジスタの電極構造、(b) THz電磁波を照射しないときの単一C60分子トランジスタのクーロン安定化ダイアグラム、(c) 16 mWの2.5 THz電磁波を照射したときのクーロン安定化ダイアグラム

（参考文献）

[1] S. Sakata, K. Yoshida, Y. Kitagawa, K. Ishii, and K. Hirakawa, Phys. Rev. Lett. **111**, 246806 (2013).

[2] K. Yoshida, K. Shibata, and K. Hirakawa, Phys. Rev. Lett. **115**, 138302 (2015).

© 2016年 応用物理学会