

高感度テラヘルツ波検出に向けた PN 接合型カーボンナノチューブセンサーの熱電設計

Thermoelectric Design of Carbon Nanotube Terahertz Sensor with PN junctions for Highly Sensitive Detection

東工大, 未来研, 電気電子系, °卯滝 峻伍, 李 恒, 孫 美玲, 徳本 悠, 河野 行雄

FIRST and Dept. of EE, Tokyo Tech, °R. Utaki, K. Li, M. Sun, Y. Tokumoto, Y. Kawano

E-mail: utaki.raa@m.titech.ac.jp

【はじめに】テラヘルツ(THz)波イメージング・センシングの産業応用に向けて, 以前我々は単層カーボンナノチューブ(SWNT)を用いたフレキシブル THz 検出器による全方位非破壊撮像検査を実現した^[1-2]. しかし, 社会実装のためにはさらなる高感度化が求められている. 我々の THz 検出器は光熱起電力効果に基づいており, THz 波照射時における SWNT 内の温度差を上げることで高感度化が実現できる. 本研究では, 新規にペルチェ素子との結合を行って局所的に冷却することで高い温度差を確保し, 最大 4 倍の高感度検出に成功したとともに, 広帯域な THz 波への反応を確認したため, これらを報告する.

【実験】 Figure 1. (a)に, 本研究で新規に設計したデバイス概略図を示す. PN 界面を作製した SWNT の両端にマイクロペルチェ素子を搭載し, 中央の PN 界面には THz 波を照射する. 従来の SWNT 単体 THz 検出器と比べ, PN 界面上の加熱と両端部の冷却との相乗効果により, より大きな温度勾配および電圧応答が得られる. Figure 1. (b)に示す通り最大 4 倍の THz 応答高感度化に加え, 260GHz から 29THz までの広帯域駆動を実証した. これらの結果から, 本研究の取り組みは THz 帯を含むミリ波帯~赤外帯の広帯域な高感度センシング応用に大きく寄与する目覚ましい成果と言える.

本研究は, 科学技術振興機構による未来未来社会創業事業, COI プログラム, 東レ科学技術研究助成, 日本学術振興会・科研費 (17H02730, 18H03766, 19H04539) による支援の元に遂行された. また, 日本ゼオン株式会社から試料を提供いただいた.

[1] D. Suzuki, S. Oda, and Y. Kawano, Nature Photonics, **10**, 809-813 (2016).

[2] D. Suzuki, Y. Ochiai, Y. Nakagawa, and Y. Kawano, ACS Appl. Nano Matter., **1**, 2469-2475 (2018).

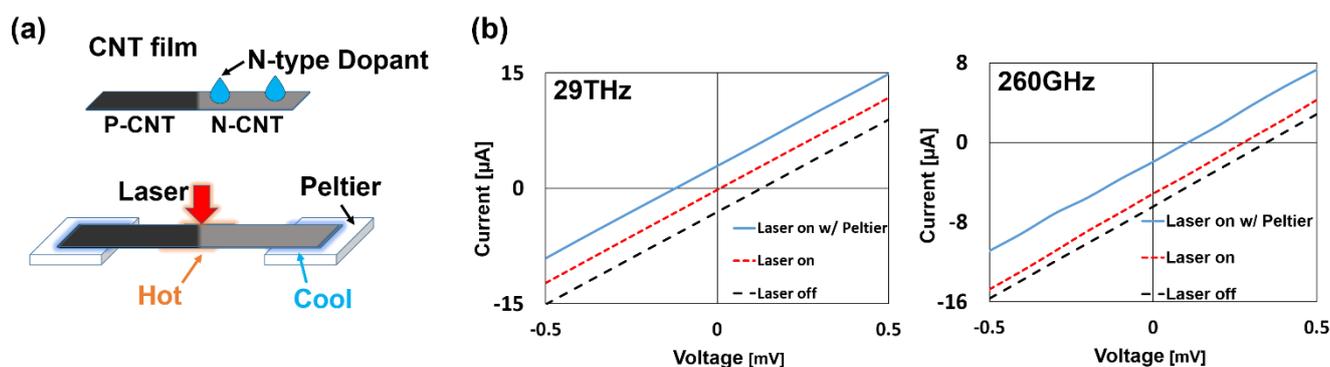


Figure 1. (a) Schematic image of the device structure and measurement scheme. (b) I-V characteristic when we irradiated with and without Peltier module at 29THz, 260GHz, respectively.