

単層カーボンナノチューブフィルムを用いた テラヘルツ波検出器における熱電効果の向上

Enhancement of Thermoelectric Performance

in Terahertz Detectors using Single Walled Carbon Nanotube Films

東工大, 未来研, 工学院電気電子系, °落合 雄輝, 鈴木 大地, 河野 行雄, 小田 俊理

QNERC and Dept of EE, Tokyo Tech, °Y. Ochiai, D. Suzuki, Y. Kawano, S. Oda

E-mail: Ochiai.y.ac@m.titech.ac.jp

テラヘルツ(THz)帯の電磁波は、電波としての透過性と光波としての直進性を併せ持つことから、セキュリティ、生体検査、物性研究等、様々な分野で近年注目を集めている。単層カーボンナノチューブ(SWNT)は低周波から紫外線に至る幅広い周波数帯の電磁波を吸収し、その高い熱電変換能力から室温動作 THz 波検出器^{1,2}として注目されている。しかし、パッシブイメージング等で微弱な電磁波を検出するためには、検出器の感度は十分なものとは言えず、感度の向上が強く求められている。本研究では、SWNT フィルムを用いて大面積でフレキシブル、室温動作可能な THz 検出器を作製し(Fig. 1 (a)), 感度向上に成功したのでこれを報告する。

THz 波の検出原理は光熱起電力効果である。電極と SWNT の境界に THz 波を照射すると、SWNT フィルムが THz 波を吸収、発熱し、熱勾配ができる。この熱勾配によりキャリアが拡散し、起電力 (THz 波応答) が生まれる。この原理に基づく、熱勾配が大きなほうが高感度になると考えられる。そこで本研究では SWNT のバンドルの大きさ、SWNT のフィルムの厚さ、デバイスの形状 (チャンネル幅、チャンネル長、電極膜厚、電極サイズ) といった要素の最適化を行い、感度向上を試みた。Fig. 1 (b) の実験結果に示されるように、バンドルサイズを大きく、かつフィルム膜厚を薄くすることで雑音等価パワーが改善することが判明した。以上の結果は、様々な条件の最適化によって、室温動作 THz 波検出器の高性能化が可能であることを示しており、今後は高感度イメージングの要素技術として貢献することが期待できる。

本研究は、JST 産学共創基礎基盤研究プログラム、JSPS 科研費 (JP26286005, JP16H00798, JP16H00906, JP16J09937)、「東工大の星」支援の助成の元に遂行された。

[1] X. He, *et al.*, *Nano Lett.* **14**, 3953-3958 (2014).

[2] K. J. Erikson, *et al.*, *ACS Nano.* **9**, 11618-11627 (2015).

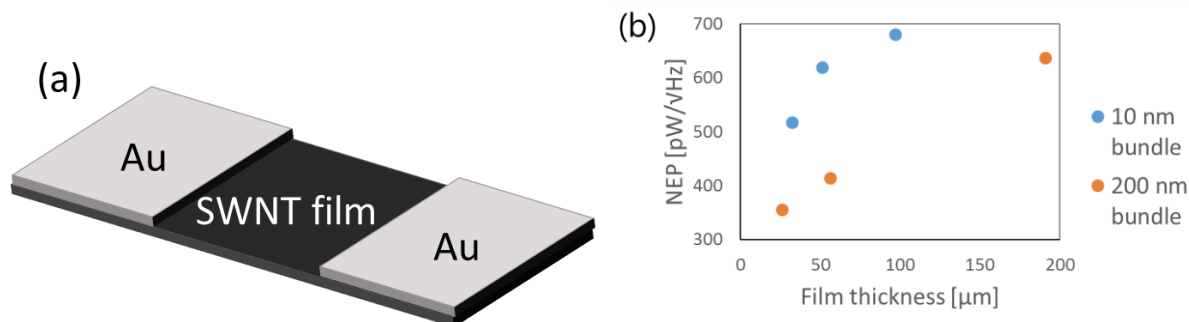


Figure.1 (a) Schematic image of SWNT film device. (b) Noise equivalent power (NEP) at 29 THz as a function of film thickness. The blue dots and red dots indicate the results for the SWNT films consisting of SWNT bundles with 10-nm and 200-nm size, respectively.