

熱励起エバネッセント波のパッシブ THz 近接場分光計測

Spectroscopic THz near-field measurement of a thermal evanescent wave

東大工¹, 東大生研², NICT³, JST さきがけ⁴, [○]佐久間 涼子¹, 林 冠廷², 金 鮮美³, 木村 文信^{1,2},
梶原 優介^{1,2,4}

Univ. Tokyo, Ryoko Sakuma, Kuan-Ting Lin, Sunmi Kim, Fuminobu Kimura, and Yusuke Kajihara

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

物質表面上には電子振動等のマイクロなダイナミクスが起因し発生する熱励起エバネッセント波(波長 8 – 20 μm)が局在している[1]. 熱励起エバネッセント波の性質は物質や状態により異なるため, 分光計測の実現による物質上のマイクロなダイナミクスの観察が期待されている. 近年, 熱励起エバネッセント波を直接計測するため, 外部光源を用いないパッシブ型の THz 近接場顕微鏡 (s-SNOM)が開発された[2]. しかし, THz s-SNOM には波長選択機能が無いため, 熱励起エバネッセント波の分光計測は困難であった.

本研究では, パッシブ型の THz 近接場分光顕微鏡を構築することで, ミクロな回路上の絶対温度分布計測や活性化細胞の観察等, 様々な分野におけるパッシブ分光計測の実現を目指している. 本分光顕微鏡はブレード回折格子からなる回折格子型分光系を基本とした. 波長 8 – 16 μm において第一次回折光の回折効率が 60 %以上になるよう作製し[3], 回折格子をピエゾステージにより回転させることで波長を選択する.

開発した THz 近接場分光顕微鏡を用いて近接場信号計測を行った. 図 2(a)に SiC/Au のマイクロパターン試料の顕微鏡写真, 図 2(b)と(c)に波長

14 μm と 15 μm において検出した近接場信号とトポグラフィを示す. 本試料は SiC 基板上に Au を蒸着(100 nm 程度)したものである. 近接場信号は図 2(a)中の矢印に沿って計測した. 本分光顕微鏡は, 熱励起エバネッセント光強度が極めて低いのに加え特定波長を選択するため, 入射光強度がノイズレベルを下回ることが懸念されていた. しかし, 本計測において Au 上と SiC 上で判別可能な近接場信号が複数波長で確認できた. Au 上の局所エネルギー密度は SiC 上よりも大きいため, 図のように Au 上では強い近接場光が検出される.

以上のように, 構築した THz 近接場分光顕微鏡を用いて, 複数波長における近接場分光を実現した. 熱励起エバネッセント波の分光検出は前例がないため, パッシブ検出原理の解明や絶対温度計測等の近接場分光を応用したマイクロなダイナミクス検出が近い将来期待できる. 今後は広波長帯域における近接場分光を実現し, 幅広い試料を対象とした近接場分光顕微鏡の実現を目指す.

参考文献

- [1] K. Joulain, et. al., *Surf. Sci. Rep.*, **57**, (2005) 59-112.
- [2] Y. Kajihara, et. al: A sensitive near-field microscope for thermal radiation, *Rev. Sci. Instrum.*, **81**, (2010) 033706.
- [3] R. Sakuma, et.al. *IEEE Photn. Tech. Lett.*, **31**(15), (2019) 1261-126.

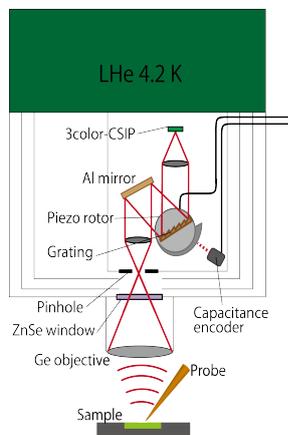


Fig.1 A schematic diagram of passive spectroscopic

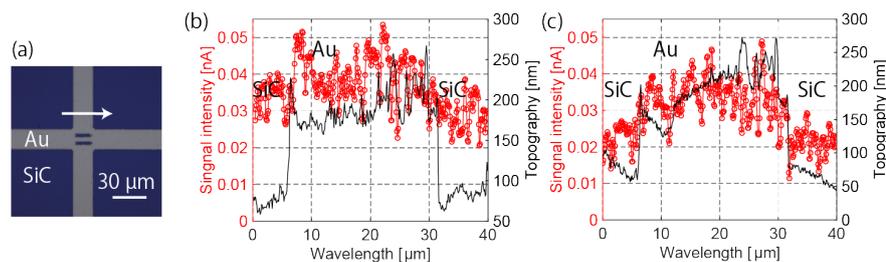


Fig.2 (a) A microscopic image of the SiC/Au sample. (b, c) Near-field signal and topography at wavelength (b) 14 μm and (c) 15 μm .