

高強度テラヘルツ STM におけるナノ空間電場増強

横浜国大院工^A, ルクスレイ^B, 筑波大数理物質^C

吉岡克将^A, 片山郁文^A, 南康夫^A, 北島正弘^{A,B}, 吉田昭二^C, 重川秀実^C, 武田淳^A

Electric-field enhancement at a tunnel junction using intense THz-STM

^AYokohama National Univ., ^BLxRay Co. Ltd., ^CTsukuba Univ.

K. Yoshioka^A, I. Katayama^A, Y. Minami^A, M. Kitajima^{A,B}

S. Yoshida^C, H. Shigekawa^C and J. Takeda^A

より微細な空間スケール、かつより高速な時間スケールで電子を精密に制御することは、次世代デバイス発展のために避けて通れない命題である。近年、微細加工技術の飛躍的な進展によってサブナノメートルの空間ギャップが精密に制御できるようになり、電子トンネリングを利用した次世代デバイスが盛んに研究されている[1]。一方、我々はキャリアエンベロープ位相を制御したモノサイクル THz 波により、走査型トンネル顕微鏡 (STM) の探針-試料間において、トンネル電子の運動を実空間で超高速制御できることを見出した[2]。さらに、THz 波の電場強度を増大させることにより、通常の DC 電場では到達できない領域までトンネル電子を駆動することに成功したのでここに報告する。

STM の探針には電解研磨した Pt/Ir を用いており、先端の曲率半径は 50 nm 程である。試料に原子レベルで平坦な Highly Ordered Pyrolytic Graphite (HOPG)を用いることによって安定したトンネル接合を実現した。THz 波はパルス面傾斜法により LiNbO₃ から発生させ、EO サンプリングによって検出した。

図 1 にトンネル電子数の THz 電場強度依存性を示す。トンネル接合特有の電場増強により、最大で 16 V/nm に達する THz 電場が生じていることが分かる。この値は、現在報告されている最高強度の THz 波光源の 2 倍に達する[3]。最も注目すべきは、6 V/nm 以上においてトンネル電子数の飽和が生じていることである。我々の知る限りこの飽和を捉えたのは本研究が初めてであり、THz 電場を用いれば熱による破壊を避け、かつてない領域までトンネル電子を駆動できることが分かった。詳細については当日報告する。

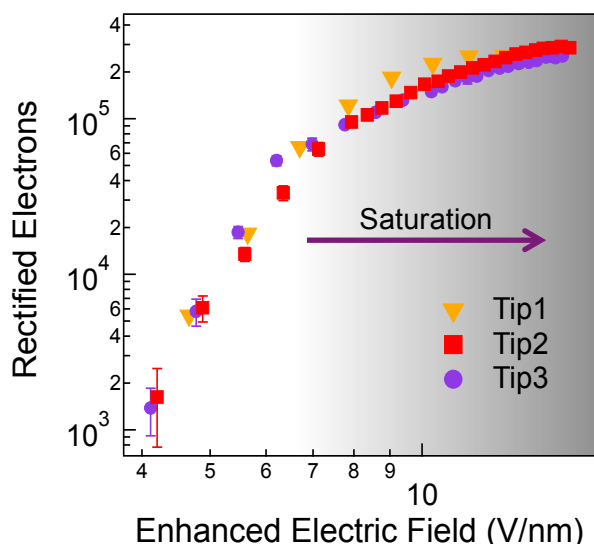


図 1 探針-試料間におけるトンネル電子数の THz 電場強度依存性

[1] W. Zhu *et al.*, Nat. Commun. **7**, 11495 (2016).

[2] K. Yoshioka *et al.*, under review.

[3] M. Shalaby and C. P. Hauri, Nat. Commun. **6**, 1 (2015).