

天文観測用 NbTiN 超伝導薄膜の動的 THz 光学特性

Dynamic Terahertz Optical Properties in NbTiN Super-Conducting Thin Film for Astronomical Observation

○浅原 彰文^{1,3}, 西村 優里^{1,4}, 西谷 純一¹, 末元 徹¹, 山本 智¹

(1. 東大, 2. 電通大, 3. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ, 4. JSPS)

○Akifumi Asahara^{1,3}, Yuri Nishimura^{1,4}, Junichi Nishitani¹, Tohru Suemoto¹, and Satoshi Yamamoto¹

(1. Univ. of Tokyo, 2. UEC, 3. JST, ERATO Minoshima Intelligent Optical Synthesizer, 4. JSPS)

E-mail: aki.asahara@uec.ac.jp

ALMA 望遠鏡の成功に代表されるように近年顕著な進展を示すテラヘルツ天文学において、ヘテロダイン超伝導検出器は高感度・広帯域な観測を可能にする重要なキーデバイスであり、さらなる性能向上をねらい精力的な研究開発が進められている [1,2]。検出の感度と帯域は、微弱 THz 光の入射によって破壊されたクーパ対の冷却緩和過程に大きく依存するため、その動的挙動を理解することが本質的に重要である。本研究ではテラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) によって、我々が開発してきた超伝導検出器で実際に用いている NbTiN 薄膜[1]の THz 光学特性を調べた。

試料として、30 nm 厚の NbTiN 薄膜 (DC 伝導度 $\sim 7.6 \times 10^5$ S/m, 転移温度 $T_c \sim 11$ K) を結晶石英基板上に DC マグネトロンスパッタ法で作製した。THz-TDS で調べた結果、図 1 (a) に示した透過 THz プロブ時間波形の温度依存性のように、超伝導転移にともなう THz 透過特性の変化が明瞭に観測された。フーリエ解析より求めた超伝導相での複素伝導率スペクトルと Zimmermann モデル[3]との比較により、励起準粒子が $\sim$ 数 10 fs の散乱時間をもつことが示唆された。さらに温度 4 K で時間分解近赤外ポンプ THz プロブ分光を行った結果、図 1 (b) のようにクーパ対の破壊・回復プロセスにともなう特徴的な THz ピーク強度変化が観測された。ある閾値以上の励起強度では、試料温度が転移温度を超えたことで過渡的なプラトー領域が現れた。また、励起準粒子の冷却緩和過程の時間スケールが数 100 ps 程度であることが実験的に示された。

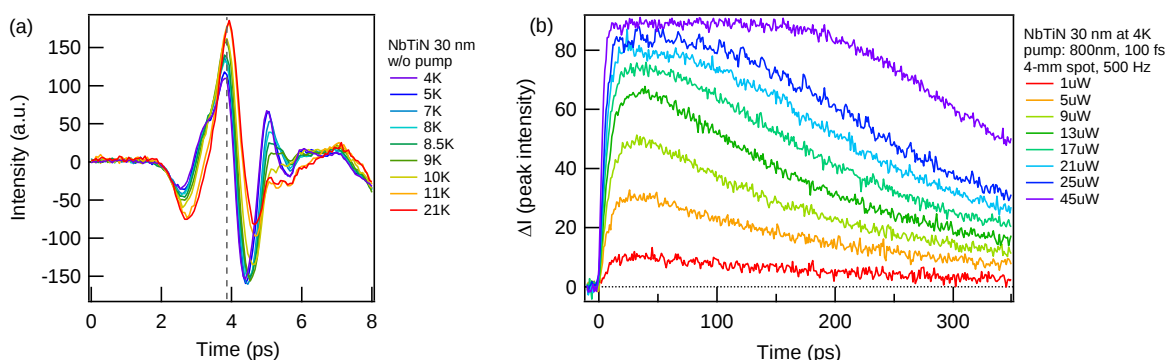


図 1. (a) THz-TDS における透過 THz 時間波形の温度依存性. (b) 時間分解近赤外ポンプ THz プロブ分光における THz ピーク強度 (at 3.9 ps in (a)) の温度 4 K での時間応答とその励起強度依存性.

謝辞：本研究は JSPS 特別研究員奨励費 15J07733 「テラヘルツ分光用ヘテロダイン超伝導ミキサ素子の光物性研究に根ざした開発」の助成を受けた。

[1] T. Shiino *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 033101 (2015). [2] Y. Uzawa *et al.*, Physica C **494**, 189-194 (2013).

[3] W. Zimmermann *et al.*, Physica C **183**, 99-104 (1991).