

プラズモンによる二酸化バナジウムの可逆的相転移操作

Manipulation of VO₂ Phase Transition by Plasmons

東京農工大¹, 理研² °久保 若奈¹, 田中 拓男²

TUAT¹, RIKEN², °Wakana KUBO¹, Takuo TANAKA²

E-mail: w-kubo@cc.tuat.ac.jp

金ナノロッド(Au NRs)のプラズモン共鳴を利用した、二酸化バナジウム (VO₂) の可逆的な相転移操作に成功した。VO₂ は相転移材料で、低温域では絶縁相を、高温では金属相を示す¹。VO₂ の相転移は赤外域の透過率変化より推測できる。本研究では局所熱効果を示すことが知られている局在表面プラズモンを利用して、VO₂ の相転移を可逆的に操作することを目的とした。

長さ 485 nm, 幅 75nm の金ナノロッド配列構造(Au NRs)を含有する VO₂ 薄膜を形成した。偏光制御した赤外光を照射し、温度を変化させた際の VO₂ 膜の透過スペクトルを測定して相転移温度を調べた。Au NR 長軸の共鳴波長は赤外域に、短軸のプラズモン共鳴波長は可視光域にあるため、赤外光を照射光として用いる本実験では、長軸偏光を照射した時のみプラズモンが励起される。つまり、偏光の制御だけでプラズモンの共鳴・非共鳴状態を制御でき、それぞれにおける VO₂ の相転移について調べることが可能になる。

まず、Au NRs を含有しない VO₂ 膜の相転移温度は(49.0 ± 0.0) °C (n=3)であった。次に Au NRs を含有する VO₂ 膜の相転移温度を測定した。局在表面プラズモンが励起される長軸偏光下における VO₂ 相転移温度は(45.7 ± 0.1) °C、一方、プラズモンが励起されない短軸偏光下では(49.0 ± 0.0) °C で、相転移温度差は 3.3 °C であった (Fig. 1)。つまり、プラズモン共鳴時では、より低温で相転移が進行したと言える。長軸・短軸偏光照射時の相転移温度の挙動は可逆であることを確認した。プラズモン共鳴下で生じた局所熱が VO₂ 膜に伝導し、より低い温度で VO₂ の相転移が進行したのではないかと推測した。さらに、Au NRs の面密度を変化させ、VO₂ の相転移温度の推移について調査を行った。VO₂ の面密度を 8 から 17% まで変化させると、相転移温度差は 3.3 から 4.0 °C まで直線的に増加し、Au NRs の面密度が高い程、相転移温度差が拡大する様子を確認した。

Reference

1. Liu, M.;
Nature
2012, 487,
(7407),
345-348.

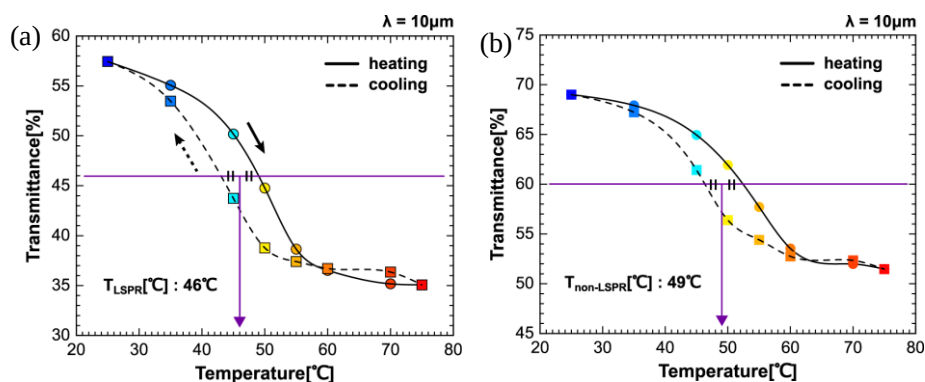


Fig.1 Transmittance of VO₂-Au NRs under (a) long-axis polarization and (b) short-axis polarization as a function of temperature.