

ケルビンプローブ顕微鏡を用いた窒化ジルコニウムの光励起電荷観測

Direct Observation of zirconium nitride hot carriers by Kelvin Probe Force Microscope

物材機構¹, 筑波大², JST さきがけ³, 台湾国立交通大⁴, 北大⁵ ○石井智^{1,2,3}, ユー・ミンウェン^{1,4}, シンデ・サティシュ^{1,2}, タンジャヤ・ケビン^{1,2}, チェン・コーピン⁴, 長尾忠昭^{1,5}
NIMS¹, Univ. of Tsukuba², JST-PRESTO³, National Chiao Tung Univ.⁴, Hokkaido Univ.⁵,
○Satoshi Ishii^{1,2,3}, Min-Wen Yu^{1,4}, Satish L. Shinde^{1,2}, Kevin Tanjaya^{1,2}, Kuo-Ping Chen⁴, and
Tadaaki Nagao^{1,5}

E-mail: sishii@nims.go.jp

金属への光照射によって起こるプラズモン誘起電荷分離及びそれによって生成する光励起電荷の研究は、これまで貴金属で研究されてきた。他方、最近の研究によって遷移金属窒化物や金属酸化物などの導電性材料でも光励起電荷が観測され、遷移金属窒化物においては貴金属より高い生成効率も報告されるようになった[1]。ただ、まだ報告例が少なく、局所的な観測がなされていない、そこで、本研究では遷移金属窒化物の中でもキャリア濃度が高い窒化ジルコニウム(ZrN)を対象とし、ケルビンプローブ顕微鏡(KPFM)で光励起電荷を局所的に観測することを試みた[2]。基板として p 型の Cr ドープ酸化チタン(Cr:TiO₂)と n 型の Nb ドープ酸化チタン(Nb:TiO₂)を用意し、それぞれの上に ZrN ナノディスクをナノ球リソグラフィとドライエッチングにより作製した。ZrN/Cr:TiO₂に波長 480nm の光を照射すると、KPFM によって観測された表面電位変化(SPD)は正の値となった。ZrN/Cr:TiO₂は p 型のショットキー接合を形成しているため、SPD が正になることは光励起によるホットホール(電子)の ZrN から Cr:TiO₂ への移動と考えられる。同様の測定を ZrN/Nb:TiO₂に対して行くと SPD は負の値を示し、これは ZrN と Nb:TiO₂がオーミック接合を示すことからホットエレクトロンが ZrN から Nb:TiO₂に移動した結果と考えられる。当日は他の波長での測定結果も示す。このように、KPFM は遷移金属窒化物の光励起電荷を局所的に観測する上で有用であり、今後は KPFM の結果を生成効率向上に生かすことが望まれる。

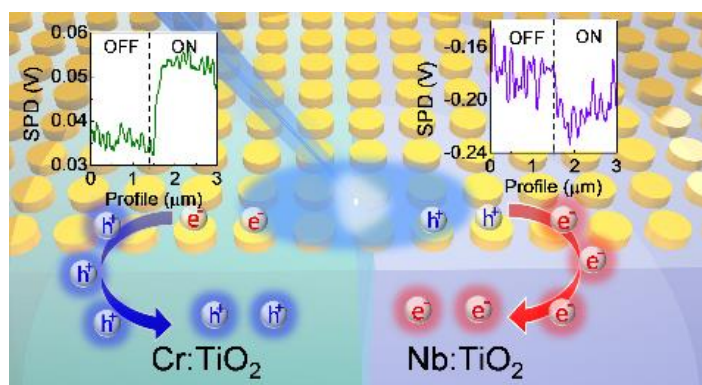


Fig. 1. Schematic drawing of zirconium nitride (ZrN) nanodisk arrays on Cr-doped TiO₂ (Cr:TiO₂) and Nb-doped TiO₂ (Nb:TiO₂) under visible light irradiation. For the case of ZrN/Cr:TiO₂ (ZrN/Nb:TiO₂), positive (negative) surface potential difference (SPD) was observed at 480-nm irradiation, indicating hot hole (electron) injection from ZrN to Cr:TiO₂ (Nb:TiO₂).

参考文献：[1] S. Ishii, et al, Adv. Opt. Mater. 7, 1800603 (2019); [2] M. Yu, et al, ACS Appl. Mater. Interfaces 12, 56562-56567 (2020).