

# 나노 슬릿과 결합된 초전도 박막의 유효 굴절률 변화 연구

김준영<sup>1</sup>, 김정훈<sup>1</sup>, 지강선<sup>1</sup>, 박한석<sup>2</sup>, 이형택<sup>1</sup>, 이호열<sup>1</sup>, 강병원<sup>2</sup>, 박형렬<sup>1\*</sup>

1- 울산과학기술원 물리학과, 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 44919

2- 충북대학교 물리학과, 충청북도 청주시 서원구 충대로 1, 28644

\*nano@unist.ac.kr

초전도체는 전이온도 부근에서 크게 변하는 전자기파 투과 특성 때문에 테라헤르츠 볼로미터나 스위칭 소자 등의 초전도 소자에 활용될 가능성을 만들었다.[1] 그러나 이들 대부분의 연구는 마이크로미터 크기의 메타표면 기반 초전도 소자를 제작 및 분석하는 데에 집중하였으며, 그 이하 크기의 메타표면을 가진 초전도 소자에 대해서는 아직 추가적인 연구가 필요하다.

최근 연구에서, 상전이물질 중 하나인 이산화바나듐 박막 위에 나노미터 크기의 금속 구조물을 제작했을 때, 제작된 소자의 테라헤르츠파 투과 특성이 변한다고 보고된 바 있다.[2-3] 본 연구에서는 이를 구리산화물 기반의 고온 초전도체에 적용하였다. 전자빔 리소그래피 공정을 이용하여 100 nm 두께의  $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$  초전도 박막 위에 폭 230 nm의 금속 슬릿들을 제작하였다. 제작된 초전도 소자의 온도에 따른 테라헤르츠파 투과 특성을 테라헤르츠 시분할 분광법(THz TDS)을 활용하여 측정하였다. 테라헤르츠파는 초전도 소자의 쿠퍼쌍에 영향을 주지 않으며 THz TDS는 투과파의 진폭과 위상을 한 번에 측정할 수 있으므로 초전도 상태인 소자의 유효 굴절률을 측정하는 데에 용이하다.[4] 측정된 초전도 소자의 투과 특성을 금속 구조물이 없는 초전도 박막의 투과 특성과 비교하였다. 본 연구 결과는 기존보다 더 넓은 온도 영역에서 정확한 측정이 가능한 구리산화물 초전도체 기반 볼로미터를 제작하는 것에 대한 발판이 될 것이다.

[1] Singh, Ranjan, and Nikolay Zheludev. "Superconductor photonics." *Nature photonics* 8.9 (2014): 679-680.

[2] Seo, Minah, et al. "Active terahertz nanoantennas based on VO<sub>2</sub> phase transition." *Nano letters* 10.6 (2010): 2064-2068.

[3] Jeong, Young-Gyun, et al. "A vanadium dioxide metamaterial disengaged from insulator-to-metal transition." *Nano letters* 15.10 (2015): 6318-6323.

[4] Pashkin, Alexej, et al. "Femtosecond response of quasiparticles and phonons in superconducting YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> studied by wideband terahertz spectroscopy." *Physical Review Letters* 105.6 (2010): 067001.