

光渦パルス誘起コヒーレントクエンチ超伝導の時空間特性

Spatio-temporal properties of superconductivity quenched by optical vortex pulse

北大院工¹, 北大院理² 尾上 想一郎¹, 戸田 泰則¹, 土屋 聡¹, 山根 啓作¹, 森田 隆二¹, 小田 研²

Appl. Phys.¹/Phys.², Hokkaido Univ. S. Ogami¹, Y. Toda¹, S. Tsuchiya¹, K. Yamane¹, R. Morita¹, M. Oda²

E-mail: toda@eng.hokudai.ac.jp

ビーム整形技術を用いた空間変調光誘起相転移を実現すれば、複雑なパターンを持つ超高速デバイスの開発や固体物性の超解像イメージング応用が期待される。前回の講演で我々は、銅酸化物高温超伝導体 Bi2212 に対して超高速光渦パルス誘起のコヒーレントクエンチを適用し、強度暗点を反映した過渡的超伝導の創出を実証した。光照射領域の超伝導を破壊するような強励起を行うと常伝導への非熱的なクエンチが誘起されるが、この過渡常伝導の空間分布は光波による飽和特性を反映する。したがって強度暗点を持つような光渦パルスを使って超伝導を破壊すると、暗点領域に過渡的に局在する超伝導を生成できる (図 1 (a))。この OV 誘起超伝導は強度暗点 (光渦パルスの特異点) の移動により簡単に空間位置を走査できる。今回はその走査性を活用した OV 誘起超伝導の時空間特性について報告する。

測定はポンプ (P) プローブ (pr) 分光にクエンチを誘起する相破壊 (D) 光渦パルスを加えた 3 パルスのコヒーレントクエンチ分光を用いて実施した。3 つのパルスは同軸上に重ねられ、対物レンズを用いて超伝導試料 Bi2212 ($T_c=82\text{K}$) に照射される。また D パルスはスパイラル位相板を用いて回転数 2 の特異点を含む光渦にモード変換して使用した。図 1 下に D パルスビーム内で特異点 (強度暗点) を移動して得られる時空間応答特性を示す。図 1 (b) と (c) はそれぞれ P パルスを最低次ガウスビームと回転数 4 の光渦に設定したときの OV 誘起超伝導の時空間特性である。クエンチ後に生成される過渡的な OV 誘起超伝導がビーム径に対して十分小さくなるよう D パルスによるクエンチ条件を設定しており、横軸に対する強度分布はポンプ光のビームプロファイルを反映する。結果が試料からの P パルスの反射光強度分布とよく一致することを確認した。また縦軸は D パルス照射後の時間経過を表しており、強度分布は OV 誘起超伝導の時間特性を反映する。D パルス到着直後 0.5ps でクエンチが完了して局在超伝導が生成された後、数 ps 後にクエンチ領域の超伝導が再形成が開始し、100ps 近くで OV 誘起超伝導の局在性が失われることを反映している。

[謝辞] 本研究は科研費 (19H05826, 19H02621) の助成を受けて実施された。

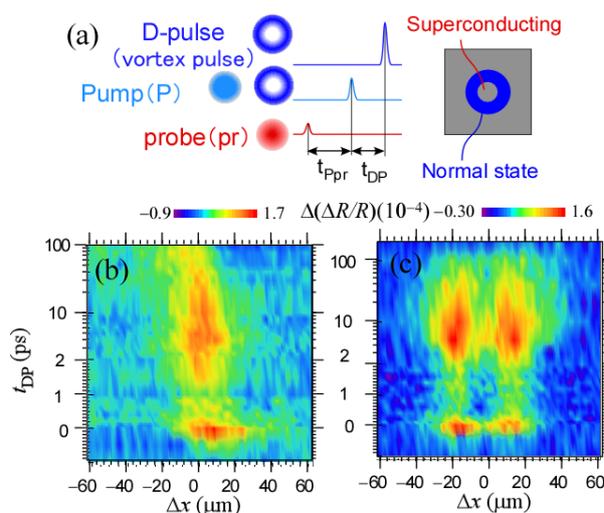


Fig. 1(a) schematic illustration of coherent quench (CQ) spectroscopy using optical vortex (OV) pulse. Spatio-temporal characteristics of OV-quenched SC using (b) TEM₀₀ and (c) OV ($\ell=4$) P-pulses.