

研究タイトル: 強相関電子系材料の開発および光電子分光による電子状態解析



氏名: 田中 博美 / Hiromi Tanaka E-mail: hitanaka@yonago-k.ac.jp
職名: 教授 学位: 博士(工学)

所属学会・協会: 応用物理学会, 電気学会, 日本結晶学会

キーワード: 銅酸化物高温超伝導体, 微細構造, 固溶置換, 光電子分光

技術相談
提供可能技術:
・溶融法および固相反応法による酸化物電子材料の開発
(無機材質の作製: 単結晶・セラミックス・薄膜)
・X 線光電子分光(XPS)による固体材料の電子状態・化学結合状態分析

研究内容:

究極の省エネルギー材料である超伝導体は、エネルギー枯渇問題が深刻化する現在、再び脚光を浴びている。特に、高温超伝導体は使用時の冷却負荷が小さいため無損失電力ケーブル等への応用が期待されている。

しかしながら、磁場中では臨界電流密度(J_c)が急激に低下するため、実用化に向けて一層の特性改善が必要とされている。最近、この問題を克服するための手がかりが Tonomura らにより示された。それは、高温超伝導体に存在する原子サイズの欠陥が、(磁場中で超伝導体を貫く)磁束量子を捕捉し、強いピン止め力を示すということである。強いピン止め力は、高い J_c が実現できることを意味する。従って、これまで弱いピン止め力しか持たないと考えられてきた『原子サイズ欠陥』を制御することにより J_c を向上させ得ると期待される。この知見に基づき、我々は精密組成制御術を利用した原子レベル局所歪導入を行い、高温超伝導体の J_c 向上を試みた。

その結果、Bi 系高温超伝導体において局所構造歪を導入することで、 J_c の改善に成功した。本手法においては Bi 系高温超伝導体の構成元素の一つである Sr を Ca で置換した。Sr と Ca は同価数でイオン半径のみが異なっている。そのためキャリア密度を変えることなく、構造歪を導入できる。この構造歪は磁束を捕捉するため、より多くの超伝導電流を流すことができる。尚、この元素置換が実際に生じていることは、X 線光電子分光により明らかにした。

このように、価数が等しくイオン半径が異なる元素を添加することは、材料中に局所的な歪を導入し、電気輸送特性等の諸特性を変調させるトリガーになっていると考えられる。従って、本手法の概念は、銅酸化物高温超伝導体に限らず広く応用可能であると考えられる。

担当科目	電気磁気学Ⅱ, プログラミングⅠ, 電気材料, 電気情報基礎実験Ⅲ, 卒業研究, 特別研究
過去の実績	・Bi 系高温超伝導ウイスキーの臨界電流密度改善と単独型テラヘルツ波発振素子への応用 (科学研究費助成事業 基盤研究 C、研究期間 2017 年-2019 年度) ・全方向からの磁場に強い Bi 系高温超伝導材料の創成: 組成制御と光電子分光法の協奏 (科学研究費助成事業 若手研究 B、研究期間 2014 年-2016 年度)
近年の業績 (研究・教育論文、特許含む)	・学術研究論文: Hiromi Tanaka et al., Superconductivity and its Enhancement under High Pressure in "F-free" Single Crystals of CeOBiS₂: Journal of Alloys and Compounds, Vol.722, pp.467-473, 2017. ・学術研究論文: Hiromi Tanaka et al., Automatic Estimation of XPS spectrum Background Using an Active Shirley Method Improved by Auto-Tuning Function of Initial End Points: Journal of Surface Analysis, Vol.24, pp.36-46, 2017. ・学術研究論文: Hiromi Tanaka et al., Reproducibility of XPS Analysis for Film Thickness of SiO₂/Si by Active Shirley Method: Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena Vol.207, pp.55-59, 2016. ・教育研究論文: 田中博美他, 寮生喫食状況管理システムの構築: 高専教育, Vol.34, pp.831-836, 2011 年.

提供可能な設備・機器:

名称・型番 (メーカー)

SiC 管状炉: モトヤマ社製 MTSR16-730

微小領域光電子分光装置: 島津 KRATOS 製 AXIS-Ultra