

研究論文

YBa₂Cu₃O_{8-δ}H_x (δ=1-2) 微粉末の結晶相と超伝導転移温度の 水素下熱処理による変化

† 貝塚泰介*, 浪田秀郎*, 藤岡正弥**, 神原陽一****

Variation of Crystalline Phase and Superconducting Transition Temperature of YBa₂Cu₃O_{8-δ}H_x (δ=1-2) Powder Through Heating Treatment Under Hydrogen Atmosphere

by

† Taisuke KAIZUKA*, Hideo NAMITA*, Masaya FUJIOKA**, Yoichi KAMIHARA****

(Received Dec. 20, 2025; Accepted Jan. 27, 2026)

Abstract

Superconducting transition temperatures (T_c) of hydrogen-doped YBa₂Cu₃O_{8-δ}H_x (H-doped YBCO) are demonstrated. Two YBCO fine powders were synthesized. As-grown samples were defined as optimum-doped. The other as-grown samples, which were consequently annealed under N₂ at 500 °C, were defined as under-doped. H-doped YBCO samples were synthesized by heating the samples under H₂ atmosphere. T_c was determined by onset of the perfect diamagnetism. After the H₂ heat treatments, decreases of T_c 3.5 - 4 K were observed for the under-doped samples. The content of doped hydrogen atoms in the under-doped samples before and after H-doping were quantified by temperature programmed desorption-mass spectrometry (TPD-MS). In the H-doped YBCO samples, the peak area of hydrogen detection increased by 3.0 - 3.3 times compared to the samples before H₂ heat treatment, implying that amount of hydrogen increased in the H-doped YBCO samples. The concentration of H atoms, the “x” value of YBa₂Cu₃O_{8-δ}H_x, was estimated as 0.072 - 0.086.

Keywords: YBCO, hydrogen, doping, superconductivity, MPMS

1. 緒言

YBa₂Cu₃O_{8-δ} (YBCO) は銅酸化物系の代表的な高温超伝

導体であり、臨界磁場が高く超伝導磁石の材料として有望なため、各所で研究開発が進められている。臨界電流の維持のために結晶の配向を揃える必要があり、薄膜化して線材化する方法が主に採用されている¹⁾。株式会社フジクラでは数百メートル級の線材を商品化している²⁾。YBCOの構造の一部に変更を加えるなどの方法で超伝導特性を向上させることができれば、既存技術を生かした上でより高性能な超伝導材料の作製が可能になる。Namitaらの研究において、YBCOの一部Y原子をGd原子で置換したY_{0.67}Gd_{0.33}Ba₂Cu₃O_{8-δ}の薄膜を水素中で熱処理する実験が行われた。窒素中でアニールすることで酸素欠損量が増加した薄膜試料に対する1気圧の水素下熱処理では T_c (超伝導転移温度)が上昇することが報告された³⁾。YBCOの電気

令和7年12月20日受付

* 慶應義塾大学理工学研究科基礎理工学専攻：神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

TEL 045-566-1590 FAX 045-566-1587

kaizuka-taisuke@keio.jp

Department of Basic Science and Engineering, Keio University: 3-14-1 Hiyoshi, Yokohama-shi, Kanagawa 223-8522, Japan

** 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門：愛知県名古屋守山区桜坂4-205

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Multi-Material Research Division

*** 慶應義塾大学スピントロニクス研究開発センター

Spintronics Research and Development Center, Keio University

† :連絡先/Corresponding author