

クラスター化原子置換型人工ピンによる Y 系超電導体磁場特性改善

J_c improvement of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ in magnetic field by Clustered Atom-Replaced Pins

東芝 R&D¹, JFCC², NIMS³

○石井 宏尚¹, 荒木 猛司¹, 林 真理子¹,

加藤 丈晴², 横江 大作², 吉田 竜視², 西島 元³, 松本 明善³

Toshiba R&D¹, JFCC², NIMS³

○H. Ishii¹, T. Araki¹, M. Hayashi¹, T. Kato², D. Yokoe², R. Yoshida², G. Nishijima³, A. Matsumoto³

E-mail: hirota2.ishii@toshiba.co.jp

RE 系高温超電導線材 $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (REBCO; R=Y, 希土類元素) は高い臨界温度と臨界電流密度 (J_c) を示し、送電ケーブルや超電導コイルへの実用化が期待されている。しかし磁場中では J_c が大きく低下するため、人工ピンによる磁場中特性改善が検討されている。本研究では特性劣化の小さい均一な線材が作製可能な TFA-MOD 法で作製した YBCO 薄膜中に PrBCO を形成し、それをクラスター化により局在化させることでクラスター化原子置換型人工ピン (Clustered Atom-Replaced Pins; CARP) として機能させることを試みた。

CARP は PrBCO が YBCO の一部を置換する形で同一のペロブスカイト構造を形成した後、 Pr^{3+} が酸化側に価数変化することで人工ピンとして機能すると想定している。YBCO 薄膜中に PrBCO のみを分散させた場合では人工ピンとしてはサイズが小さいため、クラスター化で人工ピンサイズの拡大を試みた。Y サイトにイオン半径が大きい元素として Pr+Sm、小さい元素として Tm を一部置換し、CARP 形成を試みた。Pr と Y のサイズ違いを緩和するため Pr+Sm として平均イオン半径を縮小した。Fig.1A, 1B に a/b 面内 45 度回転させた HAADF 観察像を示す。Fig.1D に示す Fig.1B の強度プロファイルから CARP が存在するとみられる領域では Ba-Ba 間拡大が確認された。Pr の価数変化によるイオン半径縮小と CuO_2 面の酸素数増加により PrBCO の c 軸長が縮小した結果、Ba-Ba 間隔拡大が観測されたと考えており、CARP 形成が示唆される。

現時点で確認された CARP は a/b 軸方向の広がり約 10 nm で、 c 軸方向の厚みが 2.4 nm であると推定される。まだサイズは大きいものの合計 8% となる CARP を YBCO 薄膜中に形成し、 J_c - B - T 測定を実施した。Fig.2 に示す結果から、基準となる YBCO に比べ主に低温・低磁場側

で特性が改善していることが確認された。詳細については当日報告する。

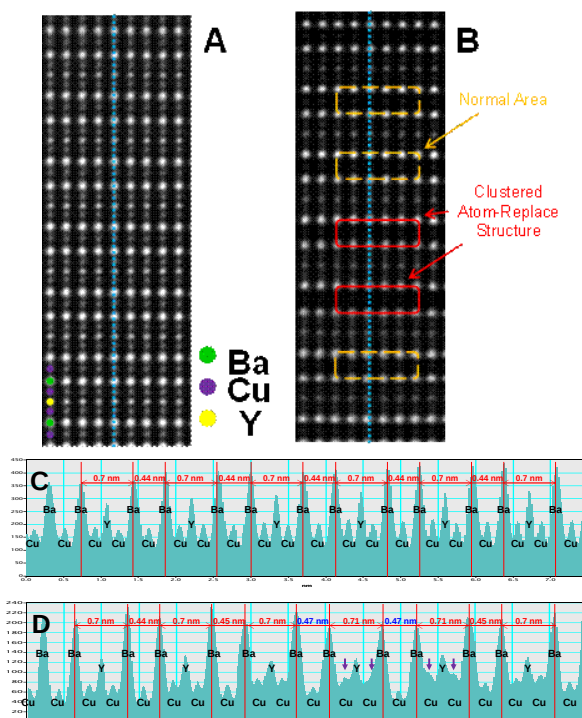


Fig.1 (A) High-angle annular dark-field image of normal area. (B) High-angle annular dark-field image of CARP area. (C) Line profile of signals of Fig.1A. (D) Line profile of signals of Fig.1B.

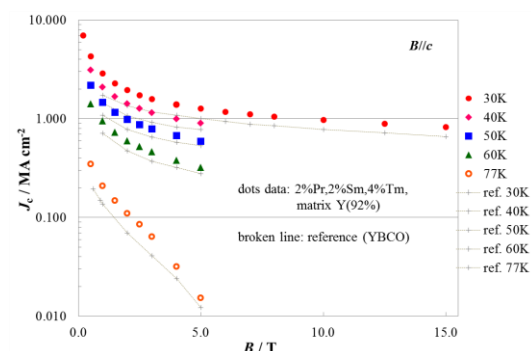


Fig.2 Critical current densities of YBCO with CARP and without CARP at 30 – 77 K in magnetic field.