

オキシプニクタイト NdFeAs(O,F) 超伝導体の粒界特性

Grain boundary characteristics of oxypnictide NdFeAs(O,F) superconductors

○ 飯田 和昌, 大村 泰斗, 松本 拓也, 畑野 敬史, 生田 博志 (名大工)

○ Kazumasa Iida, Taito Omura, Takuya Matsumoto, Takafumi Hatano, Hiroshi Ikuta

(Dept. Materials Physics, Nagoya Univ.)

E-mail: iida@mp.pse.nagoya-u.ac.jp

鉄系超伝導体は銅酸化物超伝導体と同様にコヒーレンス長が短いものの、超伝導オーダーパラメータの対称性は拡張 s 波であるので、粒界問題は銅酸化物超伝導体ほど深刻ではないと期待される。事実、Co 添加 BaFe₂As₂ (Co:Ba-122) の粒界特性は YBa₂Cu₃O₇ よりも優れていることが報告され [1], 世界中で鉄系超伝導体を用いた強磁場発生用線材の開発が活発に行われている。我々は鉄系超伝導体の中でも超伝導転移温度 T_c が高い NdFeAs(O,F) に着目し、強磁場用線材としての可能性を追求している。線材応用を目指した研究の上で重要なのは対象物質の粒界特性を明らかにすることである。そこで我々は NdFeAs(O,F) 薄膜を [001]-tilt MgO バイクリスタル基板の上に成長させ、傾角粒界が臨界電流特性に及ぼす影響を調べた [2]。その結果、傾角 (θ_{GB}) が 6° の時に粒界を挟んだ臨界電流密度 J_c ($J_c^{inter-grain}$) は、粒内の J_c ($J_c^{intra-grain}$) に比べて約 30% も低下した。すなわち、臨界傾角 θ_c ($J_c^{inter-grain}$ が指数関数的に減衰を始める角度) は 6° 以下であり、Co:Ba-122 [1] や Fe(Se,Te) [3] で報告されている $\theta_c = 9^\circ$ よりも小さくなった。この原因として我々は、粒界にフッ素が優先的に拡散したことでダメージを受けたことによるものと考えている。今回、フッ素による粒界へのダメージを軽減した NdFeAs(O,F) 薄膜をバイクリスタル基板上に作製し、粒界特性を調べたので報告する。

分子線エピタキシー法により母相 NdFeAsO (160 nm) を θ_{GB} が $6^\circ \sim 24^\circ$ の [001]-tilt MgO バイクリスタル基板上に 800°C で成長した。その直後に NdOF (50 nm) を以前の 800°C [2] から 700°C に下げて成長し、粒界へのダメージを軽減しつつ NdFeAsO へフッ素ドーピングを行った。これら薄膜に、フォトリソグラフィと Ar イオンミリングによってマイクロブリッジを作製し、四端子法により輸送特性を評価した。

全てのブリッジで超伝導転移温度 T_c^{onset} は約 43 K であった。しかし、 $\theta_{GB} = 24^\circ$ の粒界を横切るブリッジの抵抗は超伝導転移後に 4.2 K まで冷却しても残留した。Fig. 1 に $J_c^{inter-grain}$ と $J_c^{intra-grain}$ の比の θ_{GB} 依存性を示す。比較として NdOF を 800°C で成長させた NdFeAs(O,F) [2], Co:Ba-122 [1], Fe(Se,Te) [3] もプロットした。今回作製した NdFeAs(O,F) 薄膜の粒界特性は、我々が以前作製した試料 [2] に比べて向上しており、臨界傾角 θ_c は 8.4° であった。この値は Co:Ba-122 や Fe(Se,Te) と同等である。以上の結果から、NdOF の成長温度を低温化することでフッ素による粒界へのダメージを軽減できた可能性が示唆される。講演では詳細な輸送特性の結果について報告する。

本研究は科学研究費・基盤 (B) (No. 16H04646) の支援を受けた。

[1] T. Katase *et al.*, *Nat. Commun.* **2**, 409 (2011).

[2] T. Omura *et al.*, *arXiv:1712.05966*. [3] W. Si *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 032602 (2015).

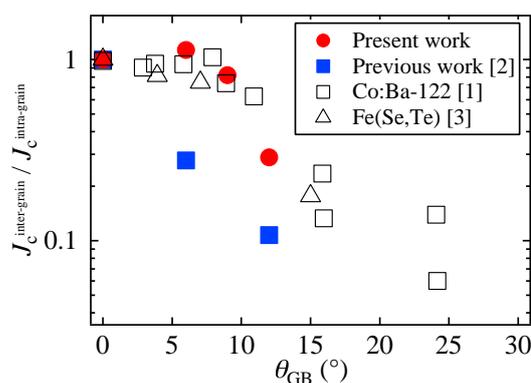


Fig. 1: The ratio of inter- and intra-grain J_c as a function of misorientation angle measured at 4.2 K without magnetic field. For comparison, the data of our previous work [2], Co:Ba-122 ($T = 4$ K) [1] and Fe(Se,Te) ($T = 4.2$ K) [3] were plotted.