

Critical current density of thin films of iron based superconductor NdFeAs(O,F)

名大工¹, IFW Dresden², Friedrich-Schiller-University³, NHMFL, Florida State Univ.⁴, 名大 VBL⁵

○荒井健太¹, 角谷直紀¹, 千原真志¹, F. Kurth², S. Schmidt³, C. Tarantini⁴, 川口昂彦⁵,

畑野敬史¹, J. Jaroszynski⁴, K. Iida², 生田博志¹

Dept. Crystalline Materials Science, Nagoya Univ.¹, IFW Dresden², Friedrich-Schiller-University³,

NHMFL, Florida State Univ.⁴, Venture Business Laboratory, Nagoya Univ.⁵

○K. Arai¹, N. Sumiya¹, M. Chihara¹, F. Kurth², S. Schmidt³, C. Tarantini⁴, T. Kawaguchi⁵,

T. Hatano¹, J. Jaroszynski⁴, K. Iida², H. Ikuta¹

E-mail: arai.kenta@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

研究背景>近年発見された鉄系超伝導体は高い超伝導転移温度 T_c を持つため多くの関心を集めている。我々のグループでは、鉄系超伝導体の中でも最も T_c の高い 1111 系と呼ばれる系に属す NdFeAs(O,F)の薄膜成長に取り組んでおり、結晶性の高い試料の作製に成功している。今回は、これらの NdFeAs(O,F)薄膜の、主に臨界電流密度 J_c を中心に評価したので、その結果を報告する。

実験方法>分子線エピタキシー(MBE)法を用いて、MgO 基板上に膜厚約 75 nm の NdFeAs(O,F)薄膜を成長した。得られた薄膜は X 線回折、電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA)、抵抗率測定などにより物性を評価した。また、フォトリソグラフィ、アルゴンイオンミリングを用いて、線幅 10~30 μm 、長さ 1.0 mm のブリッジ形状に加工し、電流電圧測定を行った。

特色と独創的な点>鉄系超伝導体は上部臨界磁場 H_{c2} が大きいとともに、銅酸化物系超伝導体に比べて異方性が小さいことなどから、線材への応用などが期待されている。なかでも 1111 系は、鉄系超伝導体の中で最も T_c が高く、高温、高磁場で高い J_c が期待される。しかし、1111 系は結晶成長の難しさから、他の系に比べてあまり研究が進められていない。今回、結晶性の高い薄膜試料を作製し、その J_c 特性などを評価した。

研究成果>図 1 に、NdFeAs(O,F)薄膜と、我々が以前報告した BaFe₂(As,P)₂ 薄膜[1]の J_c の温度依存性を示す。やや Fe 過剰で作製した BaFe₂(As,P)₂ は低温で 10 MA/cm² を超える J_c を示し[1]、これはこれまでに報告されている鉄系超伝導体の中で最も高い値である。しかし、高温領域では NdFeAs(O,F)薄膜のほうが大きな値を示しており、 $T = 30 \text{ K}$ においても、 J_c が約 1 MA/cm² を維持していることがわかる。図 2 には、 $T = 4.2 \text{ K}$ での J_c の磁場依存性を示す。 $H//ab$ では、磁場依存性が小さく、 $H = 35 \text{ T}$ に至ってもなお J_c が約 1 MA/cm² を保つことがわかる。これは鉄系超伝導体に関してのこれまでの報告の中で最も大きい値である[2]。 $H//c$ でも、 $H//ab$ に比べると J_c の減衰が早いものの、 $H = 27 \text{ T}$ において J_c が 0.1 MA/cm² を保っている。以上のことから、1111 系は高温、高磁場下でも高い J_c を持ち、応用上高いポテンシャルを持つことがわかる。

参考文献> [1] A. Sakagami *et al.*, Physica C **494** (2013) 181

[2] H. Sato *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104** (2014) 182603

キーワード>超伝導、鉄系超伝導体、薄膜、分子線エピタキシー法、臨界電流密度

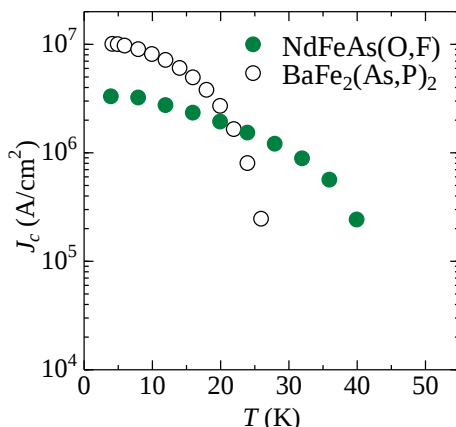


図 1 NdFeAs(O,F)と BaFe₂(As,P)₂ 薄膜の J_c の温度依存性

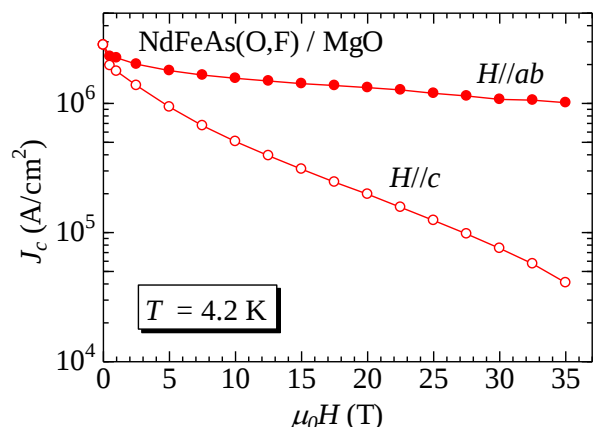


図 2 ab 面および c 軸方向に磁場を印加した時の、NdFeAs(O,F)薄膜の J_c の磁場依存性