

Sr_{0.5}Nd_{0.5}FeAsF の超伝導特性**—線材利用に向けての研究—****Superconducting properties of Sr_{0.5}Nd_{0.5}FeAsF****Research for the superconducting wire rod**

○内海百葉¹, 村田唯香², 大岡詩葉², 高瀬浩一³, 渡辺忠孝³, 前田穂³, 高野良紀³
M. Utsumi¹, Y. Murata², S. Ohoka², K. Takase³, T. Watanabe³, M. Maeda³, Y. Takano³

Abstract: We have prepared Sr_{0.5}Nd_{0.5}FeAsF and investigated its electrical and magnetic properties in order to use it as a superconducting wire rod. Prepared sample was of two phases, one with T_c of 44K and another with T_c of 21K. However, the upper critical magnetic field of our sample was higher than that of MgB₂ that has the highest critical current density.

1. はじめに

2009 年に SrFeAsF を母体物質として Sr の一部を La で置換することで超伝導転移温度 $T_c = 32\text{K}$ の新奇超伝導物質が報告された[1]. SrFeAsF の結晶構造は正方晶で, 空間群は $P4/nmm$ に属しており, SrF の層と FeAs の層が交互に積層している構造である. Fe は 4 個の As に囲まれた四面体の重心位置に存在する(Figure 1). 現在, SrFeAsF を母体物質として用いた Sr_{0.5}Sm_{0.5}FeAsF が $T_c = 56\text{K}$ で超伝導転移する化合物であることも報告されている [2]. また Sr_{0.6}Pr_{0.4}FeAsF では $T_c = 32\text{K}$ を示すことも報告されている[1]. 我々は Sr の一部を Nd で置換する研究をしており, Sr_{0.5}Nd_{0.5}FeAsF が 49K で超伝導転移を示すことが分かっている[4]. この T_c は, 次世代 MRI 用マグネットの超伝導線材として研究が進められている MgB₂ より高い. そこで我々は超伝導応用の重要な指標となる上部臨界磁場 H_{c2} も高い値が得られると予想し, Sr_{0.5}Nd_{0.5}FeAsF を線材として利用できるかを解明するため, 電気的性質及び磁氣的性質の測定をした.

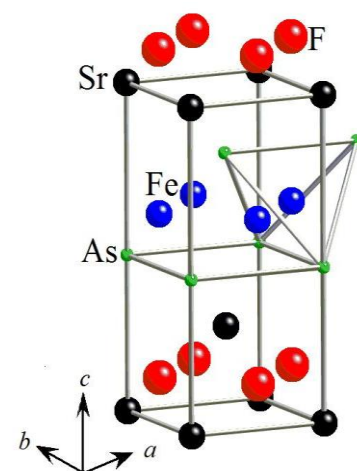


Figure 1. Crystal structure of SrFeAsF.

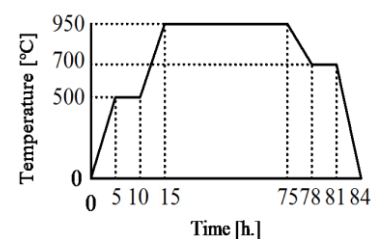


Figure 2. 1st heating condition

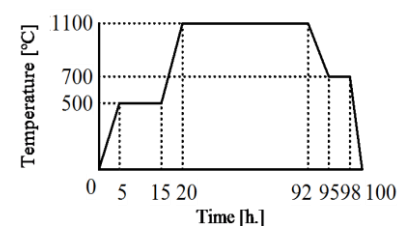


Figure 3. 2nd heating condition

2. 試料作成及び測定

固相反応法を用いて多結晶体の試料を作成した. 原材料には SrF₂(3N), Nd(3N), Fe(3N), As(3N)を用いて Ar 雰囲気中で化学量論比に従い計量し, 30 分間混合した. その後, 試料を Ta 管に入れ, 石英管に真空封入した後に電気炉を用いて 500°C で 10 時間, 950°C で 60 時間の焼成を行った(Figure 2). 次に試料の一部を切り出し, UltimaIV X-RAY DIFFRACTOMETER を用いて粉末 X 線回折測定をした. もう一方の試料は再び Ar 雰囲気中で 40 分間混合し, 圧粉した後に Ta 管に入れ, 石英管に真空封入した後に電気炉を用いて 950°C で 10 時間, 1150°C で 72 時間の焼成を行った(Figure 3). PPMS で直流 4 端子法により電気抵抗を, SQUID で交流にて上部臨界磁場を測定した.

3. 実験結果

Figure 4 に一度焼き終了時と二度焼き終了時の粉末 X 線回折測定の結果を示す。一度焼き終了時、二度焼き終了時ともに SrF_2 と NdAs の不純物が確認された。一度焼き終了時は不純物のピークが $\text{Sr}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{FeAsF}$ より大きくなったが二度焼き終了時には不純物のピークが小さくなった。

Figure 5 に示した電気抵抗の温度依存性では約 44K 付近で電気抵抗が転移し、約 21K で二回目の転移を示した。

Figure 6 に上部臨界磁場 H_{c2} の温度依存性を示す。比較のため、 MgB_2 線材の中で最高の臨界電流密度 J_c のを持つ Hyper Tech Reserch Inc. 製も示した。 $\text{Sr}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{FeAsF}$ の H_{c2} がより高い値をとることが分かった。

4. まとめ

$\text{Sr}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{FeAsF}$ において、一度焼きよりも二度焼きをした方がより純良な試料を得られる。電気抵抗は約 44K と約 21K で二度転移するが、単相化することでより良い超伝導特性を示すことも考えられる。

H_{c2} は超伝導線材として研究が進められている MgB_2 よりも高い値が得られた。また、勾配が MgB_2 より急であるために、より低温であっても H_{c2} が高い値を示すことも期待できる。 $\text{Sr}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{FeAsF}$ も線材として利用できる可能性があるため、単相試料の作成を目指し、作成後に線材としての特性も調べていきたい。

5. 参考文献

- [1] X. Zhu et al. , Europhys Letters.85 (2009) 17011.
- [2] G Wu et al. , J Phys. : Condens. Matter 21 (2009) 142203.
- [3] R.Suganuma et al. :Conf.Ser. 200 (2010) 012193.

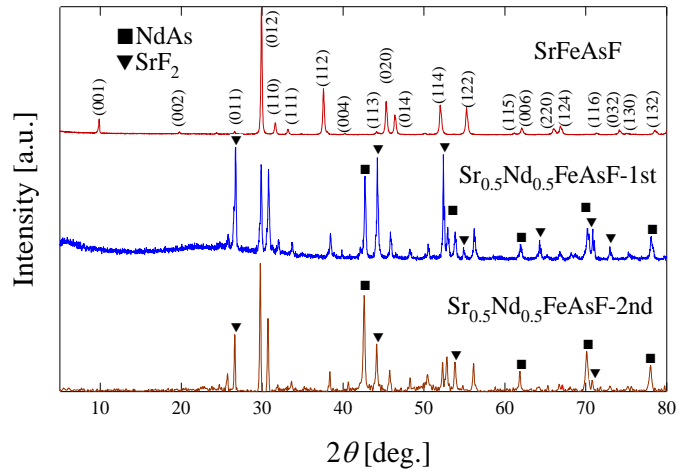


Figure 4. X-ray diffraction patterns.

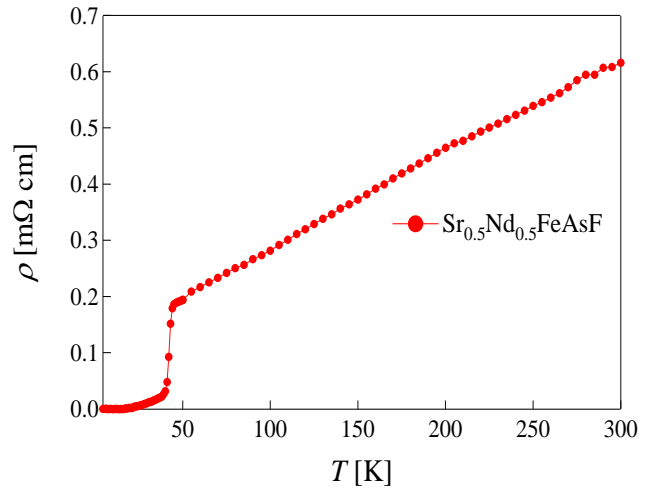


Figure 5. Temperature dependence of the electrical resistivity

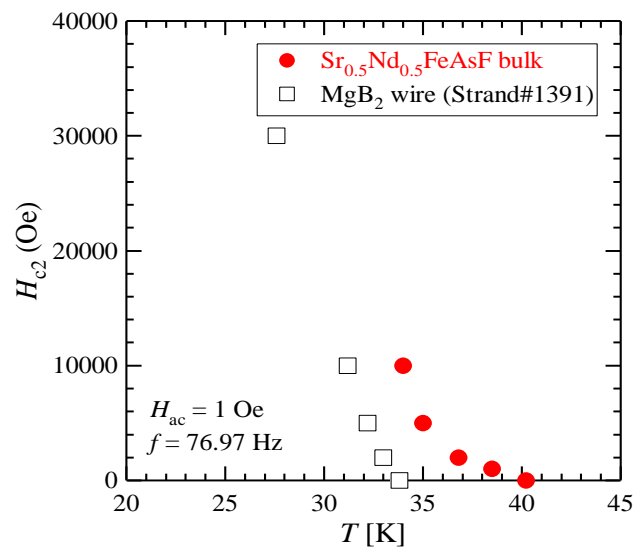


Figure 6. Temperature dependence of the H_{c2}