

Nd 置換した Sm(O,F)BiS₂ 超伝導体の単結晶の育成

Single crystal growth of Nd substituted Sm(O,F)BiS₂ superconductors

山梨大院¹○(M1)木南 幸希¹, (M2)花田 祐二¹, 長尾 雅則¹, 丸山 祐樹¹, 綿打 敏司¹, 田中 功¹Univ. of Yamanashi¹Koki Kinami¹, Yuji Hanada¹, Masanori Nagao¹, Yuki Maruyama¹, Satoshi Watauchi¹, Isao Tanaka¹E-mail: G19TA017@yamanashi.ac.jp

I. 序論

2012年にBiS₂層を超伝導層とする硫化ビスマス系超伝導体R(O,F)BiS₂が発見された[1]. これはRサイトへの多様な元素置換が可能であり, 数年のうちにR=La, Ce, Pr, Ndにおいて単結晶の育成が報告され, Rサイトのイオン半径が小さくなるほど, また, OサイトへのF置換量が増加するほど, 超伝導転移温度(T_c)が高くなる傾向にあることが示された[2]. また, R=Smの単結晶においても超伝導が報告され, T_c はR=Ndの5.3 Kに次ぐ4.8 Kを示した[3]. 本研究では, T_c の向上を目指してNdをSmサイトに置換した(Sm,Nd)(O,F)BiS₂単結晶の育成を試みた. また, NdおよびFの置換量を変化させた際のc軸格子定数や T_c について調べ, それらの関係について考察した.

II. 実験方法

(Sm,Nd)(O,F)BiS₂の原料としてSm₂S₃, Nd₂S₃, Bi₂O₃, BiF₃, Bi, Bi₂S₃をSm_{1-y}Nd_yO_{1-x}F_xBiS₂ (F: x=0.3-0.7, Nd: y=0.1-0.9)の仕込み組成で合計0.8 gになるよう秤量し, この原料にKI-KCl(KI:KCl=3 mol:2 mol=3.85 g:1.15 g)フラックスを加え, 乾式混合し, 石英管に真空封入した. これを700 °Cで10時間保持後, 0.5 °C/hで600 °Cまで徐冷し, 単結晶育成を行った. 得られた結晶を走査電子顕微鏡(SEM)で観察, エネルギー分散X線分光(EDS)および電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA)により組成分析, X線回折(XRD)による結晶構造の評価を行った. 超伝導特性については, T_c を直流四端子法による電気抵抗率測定によって評価を行い, 超伝導異方性パラメーター γ_s を上部臨界磁場 H_{c2} の異方性および有効質量モデルから評価した[4].

III. 実験結果

Fig.1に示すように, 大きさ0.2 mm, 厚さ20 μ m程度の(Sm,Nd)(O,F)BiS₂単結晶の育成に成功した. 組成分析の結果, 各仕込み組成から育成した単結晶中のNd濃度は, 概ね仕込み組成(y)と一致し, Nd置換量の制御は容易であることがわかった. 一方, F置換量については現在分析を進めている. 得られた単結晶のNd置換量に対する T_c^{onset} およびc軸格子定数との関係をFig.2に示す. T_c^{onset} に着目すると得られた試料は, すべて5.35-5.60 Kの間にあることから, (Sm,Nd)(O,F)BiS₂系超伝導体の T_c の上限が5.6 K付近にあることが予測される. また, Nd置換量x=0.5および0.7の試料において, c軸格子定数の変化が小さいことから, Fの固溶限界が0.5以下である可能性が示唆される. c軸格子定数は, 各F仕込み量(x)においてNdの置換量に依らず概ね一定となることがわかった. 本講演ではこれらの試料におけるF置換量や超伝導異方性についても述べる予定である.

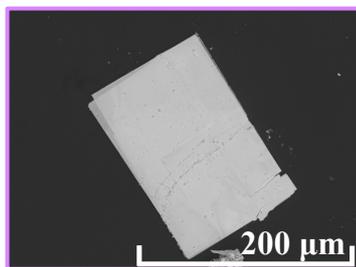


Fig.1. Typical SEM image of (Sm,Nd)(O,F)BiS₂ single crystal.

References

- [1] Y. Mizuguchi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **81** (2012) 114725.
- [2] M. Nagao, *Nov. Supercond. Mater.*, **1** (2015) 64-74.
- [3] K. Kinami *et al.*, *Cryst. Growth Des.*, **19** (2019) 6136-6140.
- [4] G. Blatter *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **68** (1992) 875.

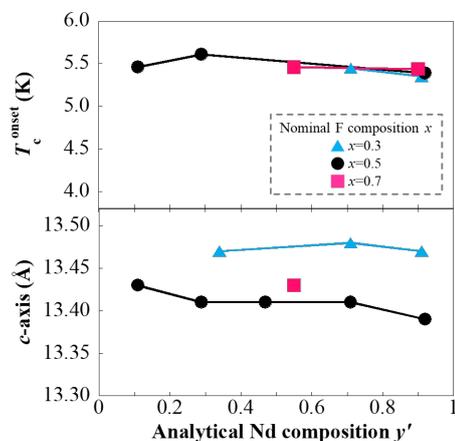


Fig.2. The dependence of T_c^{onset} & c-axis on analytical Nd composition y' .