

フッ化ナトリウム添加による MgB_2 線材の超伝導臨界電流密度の向上Improvement of critical current density in NaF-doped MgB_2 superconducting wire山梨大院クリスタル研^A, 物材機構^B○(M2)高橋 夏海^A, 長尾 雅則^A, 丸山 祐樹^A, 綿打 敏司^A, 高野 義彦^B, 田中 功^A^AUniv. Yamanashi, ^BNIMS○N. Takahashi^A, M. Nagao^A, Y. Maruyama^A, S. Watauchi^A, Y. Takano^B and I. Tanaka^A

E-mail: g16tg009@yamanashi.ac.jp

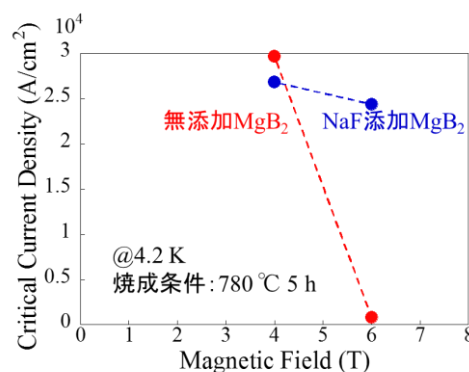
研究背景：我々は超伝導体の実用化に向けて、原料が安く豊富に存在し、超伝導転移温度(T_c)が 39 K と高い MgB_2 の線材応用に着目した。しかし、 MgB_2 は高磁場において超伝導臨界電流密度(J_c)が大きく低下することが問題となっている。これを改善する方法の一つに、磁束を捕捉する有効なピンニングサイトの導入が検討されている。ピンニングサイト導入の簡便な方法として、不純物添加があり、 SiC [1]やコロネン[2]などのカーボン系物質や酸化物のナノ粒子[3]を添加することで、磁場中での J_c 向上が報告されている。そこで、本研究ではカーボン系物質や酸化物ではなく化学的に安定で安価なフッ化物であるフッ化ナトリウム(NaF)に着目し、これを MgB_2 に添加することで磁場中 J_c の向上を試みた。

実験方法：多結晶バルク試料での実験結果から、 MgB_2 1 mol に対して NaF を 0.1 mol 添加した試料において高い J_c が得られたことから、この組成の粉末を線材の原料とした。線材は、鉄をシース材として Powder-in-tube(PIT)法を用いて作製した。原料である Mg 、 B および NaF を乾式混合後、シースに入れ、溝ロールとダイスで圧延加工を行うことで外径 6.2 mm から 1.0 mm までの太さに加工した。その後、長手方向 40 mm に切断した線材を石英管に真空封入し、680-800 °C で 1-24 h 焼成を行った。線材試料は超伝導マグネットの入った液体ヘリウム容器に直接浸漬し、直流 4 端子法により臨界電流を測定した。

実験結果： MgB_2 の生成だけではなく、粒成長や鉄シースとの反応等が、 J_c に影響を与えると考え、最適な焼成時間を検討した。そこで、焼成温度を 780 °C とし、焼成時間を 1-24h で変化させたところ、5 h において最大の J_c が得られた。Figure 1 に 780 °C、5 h で熱処理した線材試料の磁場中での J_c 測定の結果を示す。無添加の MgB_2 の J_c は 4 T において $3.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ と高い値を示すが、6 T では急激に低下する。一方、 NaF 添加した MgB_2 の J_c は、4 T において $2.7 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ と無添加の MgB_2 と比べ若干低いが、6 T でも $2.4 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ と高く無添加のものを大きく上回っていた。このことより NaF 添加が高磁場中において、有効なピンニングサイトを形成することが示唆された。

引用文献：

- [1] S. X. Dou, S. Soltanian, X. L. Wang, P. Munroe, S. H. Zhou, M. Ionescu, H. K. Liu, and M. Tomsic, Appl. Phys. Lett. **81** (2002) 3419.
 [2] S.-J. Ye, A. Matsumoto, Y.-C. Zhang and H. Kumakura, Supercond. Sci. Technol. **27** (2014) 085012.
 [3] B Qu, X D Sun, J-G Li, Z M Xiu, S H Liu, C P Xue, Supercond. Sci. Technol. **22** (2009) 015027.

Figure1. MgB_2 線材の磁場中における J_c