チタン族元素を高ドープした MgB_2 超伝導体の臨界電流特性と微細組織

Critical current properties and microstructure of MgB_2 superconductors highly doped with titanium group elements

°内藤 智之，高橋 裕平，藤代 博之（岩手大理工）

°Tomoyuki Naito, Yuhei Takahashi, Hiroyuki Fujishiro (Fac. of Sci. and Eng., Iwate Univ.)

E-mail: tnaito@iwate-u.ac.jp

MgB_2 の磁場中臨界電流密度を実用レベルまで向上させるために、これまで数多くの不純物ドープの研究が行われてきた。線材開発では炭素ドープが主流であるが、我々はバルク磁石開発においてチタン族元素ドープを行っている。チタン族元素ドープは主なピン止め中心である粒界を飛躍的に増加させ、ひいては臨界電流密度の向上をもたらす[1]。我々は熱間等方圧加圧焼結法で作製した MgB_2 バルクの捕捉磁場が Ti を 5-20% ドープすることで 30%程度向上することを報告した[2]。しかしながら、我々の結果や他グループの報告例を見ると、最適ドープ量などチタン族元素毎のドープ効果の差異には議論の余地がある。そこで、本研究ではチタン族元素(Ti、Zr、Hf)を高ドープ(最大ドープ量 50%)した MgB_2 の臨界電流特性と微細組織観察から最適ドープ元素およびドープ量を明らかにすることを目的とした。

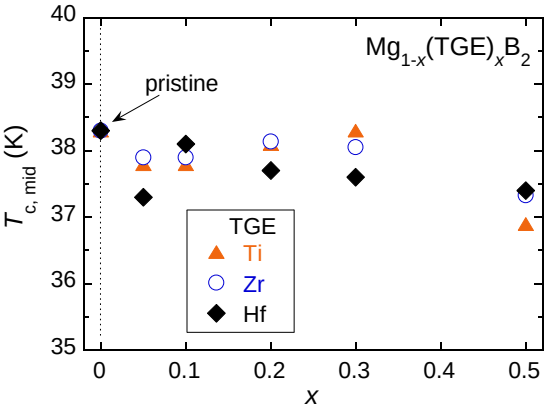

Fig.1: Critical temperature defined at the midpoint, $T_{c,mid}$, as a function of the TGE doping level, x.

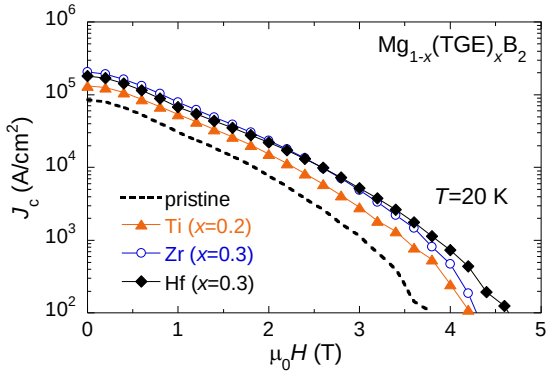

Fig.2: Magnetic-field dependence of the critical current density at 20 K for the pristine and TGE-doped samples.

Fig.1 にチタン族元素 TGE をドープした $(Mg_{1-x}TGE_x)B_2$ (PICT 法で作製)の臨界温度(転移の中点で定義)のドープ量依存性 $T_{c,mid}(x)$ を示す。$T_{c,mid}(x)$ は 50% ドープでやや低下するが、30% ドープ以下では全てのドープ元素でほとんど変化しない。これはチタン族元素が Mg サイトを置換していないことを示唆している。Fig.2 に $(Mg_{1-x}TGE_x)B_2$ の 20K における臨界電流密度の磁場依存性を示す(各ドープ元素で最大の臨界電流密度を示す x について示した)。これより、Ti に比べて Zr および Hf が臨界電流密度の向上に有効であり、特に Hf が高磁場領域で有効であることが分かった。講演では微細組織と併せてチタン族元素ドープによる臨界電流特性向上のメカニズムについて議論する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 15K04718, 15K04646 の助成を受けて実施した。

参考文献

[1] Y. Zhao *et al.*, Appl. Phys. Lett. 79, 1154 (2001).
[2] T. Naito *et al.*, Supercond. Sci. Technol. 28, 095009 (2015).