灰色ヒ素単結晶における超巨大磁気抵抗

Extremely Large Magnetoresistance in Single Crystals of Grey Arsenic

東工大フロンティア研　○(M2)中野 拓也，並木 宏允，(D)村瀬 正恭，笹川 崇男

Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology

°Takuya Nakano, Hiromasa Namiki, Masayuki Murase, and Takao Sasagawa

E-mail: nakano.t.ai@m.titech.ac.jp

この数十年間でハードディスクのメモリ容量の飛躍的な上昇をもたらしたことなどにより、巨大磁気抵抗効果は基礎、応用の両面から注目されてきた。近年、磁性を持たず多層膜でもないバルクの非磁性物質において、それら物質がもつ特徴的(トポロジカル)な電子状態によって、数万%もの極端に大きな磁気抵抗効果(XMR: Extremely Large Magnetoresistance)が観測されて注目が集まっている[1,2]。従来トポロジカルな電子状態は重元素由来の相対論効果により出現すると言われている。一方でつい最近、層状構造を持つ単体元素の灰色ヒ素が比較的軽元素にもかかわらず、トポロジカルな表面状態を有するセミメタルである事が報告された[3]。そこで本研究では、純良なヒ素単結晶を育成し、磁気輸送特性を測定したところ、これまで知られている非磁性物質の中でも最大級の30万%もの超巨大磁気抵抗を観測したので報告する。

物理的気相輸送法(PVT)を用いて単結晶育成を行ったところ、劈開性を有する数 mm サイズのヒ素単結晶が得られた(Fig. 1 挿入図)。また、*c* 軸方向に積層した結晶構造を反映して、劈開面に対する XRD パターンは (0 0 *l*) 面のみが観測された。得られた単結晶を用いた抵抗率の温度依存性の測定から室温と極低温の抵抗比で定義される結晶の純良性の指標となる残留抵抗比(*RRR*)は 220 であった。磁場を印加すると抵抗は低温で半導体的振る舞いに変化するアップターンを示した(Fig. 1)。Fig. 2 に磁場中で測定した電気抵抗率の磁場依存性の結果を示す。磁気抵抗は飽和せず、報告例の中でも最大級の30万%を超える正の XMR を T = 2 K, H = 14 T において観測した。更に、多くの XMR とは異なり、この物質では室温においても MR 効果が大きい(14 T で 30%程度)こともわかった(Fig. 2 挿入図)。講演では、XMR の角度方向依存性などの詳細も報告し、第一原理計算及び量子振動の解析から電子構造や XMR の起源についての議論も行う。

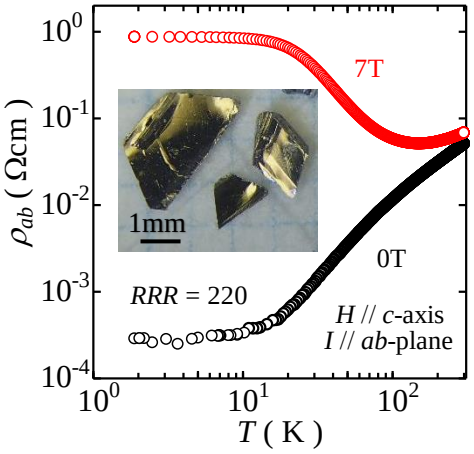

Fig. 1 Temperature dependence of resistivity in a single crystal of Arsenic. Inset: Obtained crystals.

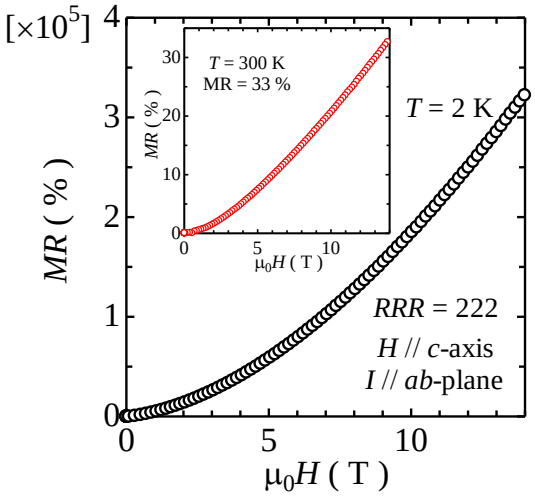

Fig. 2 Magnetic field dependence of resistivity in a single crystal of Arsenic at 2 K. Inset: T = 300 K.

[1] WTe_2: M. N. Ali *et al.*, Nature **514**, 205 (2014).
[2] $NbAs_2$:中野ら、応物学会 13p-A25-2 (2016 秋).
[3] Arsenic: P. Zhang *et al.*, PRL **118**, 046802 (2017).