Zn 部分置換による $CaMn_2Bi_2$ 単結晶の強磁性誘起とその物性

Ferromagnetism induced by partial substitution of Mn by Zn in $CaMn_2Bi_2$ single crystals and their physical properties

名大工，○川口直樹，畑野敬史，飯田和昌，生田博志

Nagoya Univ. ○Naoki Kawaguchi, Takafumi Hatano, Kazumasa Iida, Hiroshi Ikuta

E-mail: kawaguchi.naoki@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】鉄ヒ素系高温超伝導の発見をきっかけにニクトゲン元素を含む化合物が注目を集めている。特に $ThCr_2Si_2$ 型やその類似構造を有する物質群は、超伝導を筆頭にスピン密度波状態、希薄磁性半導体などの興味深い電子物性が次々に見出されている [1,2]。その中でも、$CaMn_2Bi_2$ は Mn が歪んだハニカム格子を形成しており、それに起因した興味深い磁気構造が最近報告された[3]。しかし、$CaMn_2Bi_2$ の詳細な物性測定は行われておらず、さらに元素置換効果についての報告はない。そこで本研究では $CaMn_2Bi_2$ に Zn を部分置換した単結晶の作製を行い、その物性測定を行ったので報告する。

【方法】$Ca(Mn_{1-x}Zn_x)_2Bi_2$ の単結晶試料は Bi のセルフフラックス法によって作製した。得られた単結晶は X 線回折による不純物相や配向面の確認、SEM-EDX による組成分析を行った。また、四端子法による抵抗率や磁気抵抗率の測定、SQUID 磁束計による磁化測定を行った

【結果】これまでに、$Ca(Mn_{1-x}Zn_x)_2Bi_2$ (x = 0, 0.1, 0.2, 0.3)の(101)配向した単結晶を得ることができた。これらの単結晶試料の磁化率の温度依存性を Fig. 1 に示す。この結果より x = 0 の試料では 150 K で反強磁性転移をしていることが分かり、これは文献での報告と一致する[3] 。一方、x = 0.2, 0.3 の試料では約 200 K で強磁性転移が観測された。どちらの試料についても転移点以下で磁化率がヒステリシスを描くことが確認された。報告されている磁気構造によれば[3]、$CaMn_2Bi_2$ では Mn_2Bi_2 層の異なる面に位置する第一近接の Mn 間は反強磁性的に、同一面内に位置する第二近接の Mn 間は強磁性的に秩序化する。ここに Zn 置換することで Mn 同士の強磁性相互作用が強まり、スピンキャンティングが生じていると考えられる。また、Fig. 1 の挿入図に示す x = 0, 0.3 の試料の抵抗率の温度依存性より、Zn を置換することで全体的な抵抗率が上昇し、低温域の半導体的な振る舞いが顕著になる事が分かった。従って、$Ca(Mn_{0.7}Zn_{0.3})_2Bi_2$ は 200 K という高い転移温度を有する磁性半導体であることが分かった。Zn を置換していない $CaMn_2Bi_2$ はフェルミ準位近傍の Mn-Bi の混成によりバンドギャップが開くものと報告されている[3]。よって、Mn よりイオン半径の小さい Zn を置換したことで格子が縮み、Mn-Bi 混成が強まることでバンドギャップが大きくなった可能性が考えられる。

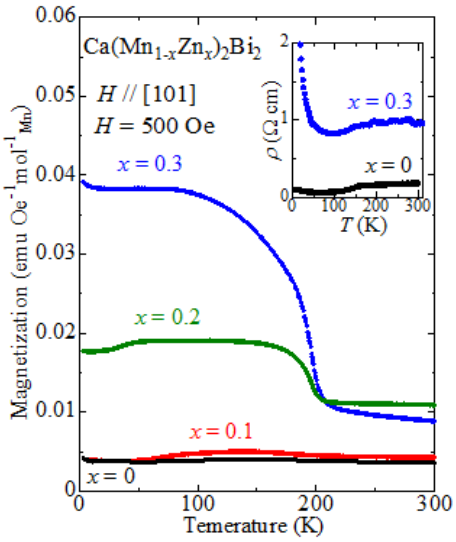

Fig. 1 Temperature dependence of magnetization (main panel) and resistivity (inset) of $Ca(Mn_{1-x}Zn_x)_2Bi_2$.

[1] M. Rotter, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 107006 (2008)
[2] K. Zhao, *et al.*, J. Appl. Phys. **116**, 163906 (2014)
[3] Q. D. Gibson, *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 085128 (2015)

© 2016年 応用物理学会