



[首页](#) | [所况简介](#) | [机构设置](#) | [科研成果](#) | [人才队伍](#) | [人才招聘](#) | [合作交流](#) | [研究生教育](#) | [党群园地](#) | [创新文化](#) | [科普](#) | [期刊](#) | [安全专题](#)

新闻动态

- [所内新闻](#)
- [科研动态](#)
- [综合新闻](#)
- [项目通知](#)
- [通知公告](#)
- [图片新闻](#)

现在位置: [首页](#) > [新闻动态](#) > [科研动态](#)

中国科学院物理研究所
北京凝聚态物理国家实验室

EX5组供稿

第5期

2013年02月08日

与“122”铁基超导体同结构的新型稀磁半导体

中科院物理所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)极端条件实验室靳常青研究组近期在基于自旋和电荷分别注入机制的稀磁半导体研究中取得重要进展,他们发现了一类新的具有“122”铁基超导体同结构的稀磁体(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂,得到了居里转变温度(T_c)高达180K以上的稀磁半导体。

在半导体中引入自旋,在信息存储中同时利用电子的电荷和自旋双重属性,将有望解决Moore定律带来的瓶颈效应提供重要解决方案。在半导体中实现磁有序需要具备两个基本物理条件,既要有局域磁矩,又要有引发局域磁矩长程量子序的低浓度载流子。在几类已知的稀磁半导体中,磁矩和载流子均由同一种掺杂元素提供,不能分别注入和调控。以最典型的基于III~V族的(Ga,Mn)As稀磁半导体为例,Mn²⁺对Ga³⁺的替代引入自旋的同时也提供了P型载流子,这种自旋和电荷的捆绑效应严重制约了对材料电、磁性质的调控。

为解决自旋电荷分别注入这个关键问题,该研究组在2011年首先发现了基于I-II-V族半导体的新型稀磁体Li(Zn,Mn)As(*Nature Communications* 2:422 (2011)),其具有和GaAs同样的晶体结构。与GaAs不同,对Li(Zn,Mn)As在Zn²⁺位注入Mn²⁺只引入自旋,载流子浓度则通过改变Li的含量来进行调控。这样,在LiZnAs半导体中就可以实现自旋和电荷的分别注入,但其50K的T_c明显低于(Ga,Mn)As体系的铁磁转变温度。最近,靳常青研究员指导的博士研究生赵侃等人发现了新型稀磁体(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂,将铁磁转变居里温度大幅提升到180K以上。通过在Ba²⁺位替代K¹⁺控制载流子浓度,在Zn²⁺位掺杂Mn²⁺引入自旋,实现载流子和自旋的分别注入和调控。他们通过大量系统的实验工作发现,(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂在30%K和10%Mn掺杂量时每个Mn离子具有接近1.3个Bohr磁子的饱和磁矩,铁磁居里温度(T_c)可达180K以上。他们进一步发现,(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂在转变温度以下相当宽的温度范围内具有低的矫顽力(≤1000e),为将来在低场条件下调控自旋和电荷的潜在应用提供了可能。本工作的合作者美国哥伦比亚大学物理系的Uemura教授,运用μSR技术研究了(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂的磁性,证实铁磁性起源于块体样品的本征属性。更为有趣的是,(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂和“122”铁基超导体同构,(Ba,K)(Zn,Mn)₂As₂稀磁体、(Ba,K)Fe₂As₂超导体、BaMn₂As₂反铁磁半导体晶体结构均相同。而且,它们具有匹配的晶格参数(晶格参数失配度~5%)。这为设计基于磁性、半导体和超导体的异质结,探索新的物理效应和新的应用提供了重要基础。

靳常青研究组在2008年6月发现和命名了以LiFeAs为代表的“111”型铁基超导体(*Solid State Communications* 148, 538 (2008)),接着相继发现了“111”体系新组元LiFeP超导体(*Eur. Phys. Lett.* 87, 37004(2009)),在高压NaFeAs超导体中得到了31K的“111”型最高超导转变温度(*Eur. Phys. Lett.* 88, 47008(2009))。同时,对“122”型铁基超导体(Ca,Na)Fe₂As₂,该研究组的赵侃同学实现了大于33K的该化合物最高超导转变温度(*J. Phys.: Condens. Matter* 22, 222203 (2010) fast tracking)。本次发现的122型稀磁体,是他们以上研究工作的深化和扩展。以上工作发表在近期*Nature Communications*上(相关文章链接*Nature Communications* DOI 10.1038/ncomms2447),研究工作得到基金委重大国际合作项目、重大研究计划项目、科技部量子调控项目的资助。

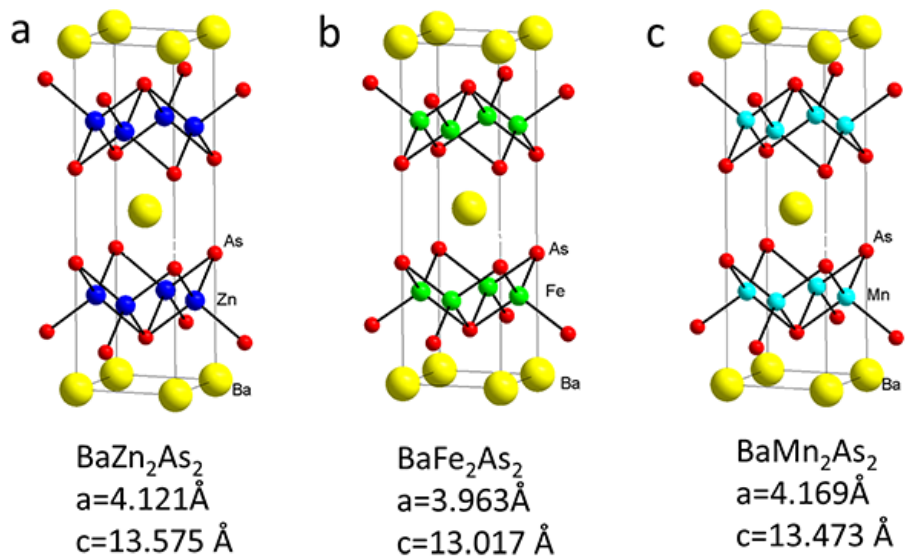


图1. (a) BaZn₂As₂、(b) BaFe₂As₂、(c) BaMn₂As₂的晶体结构示意图

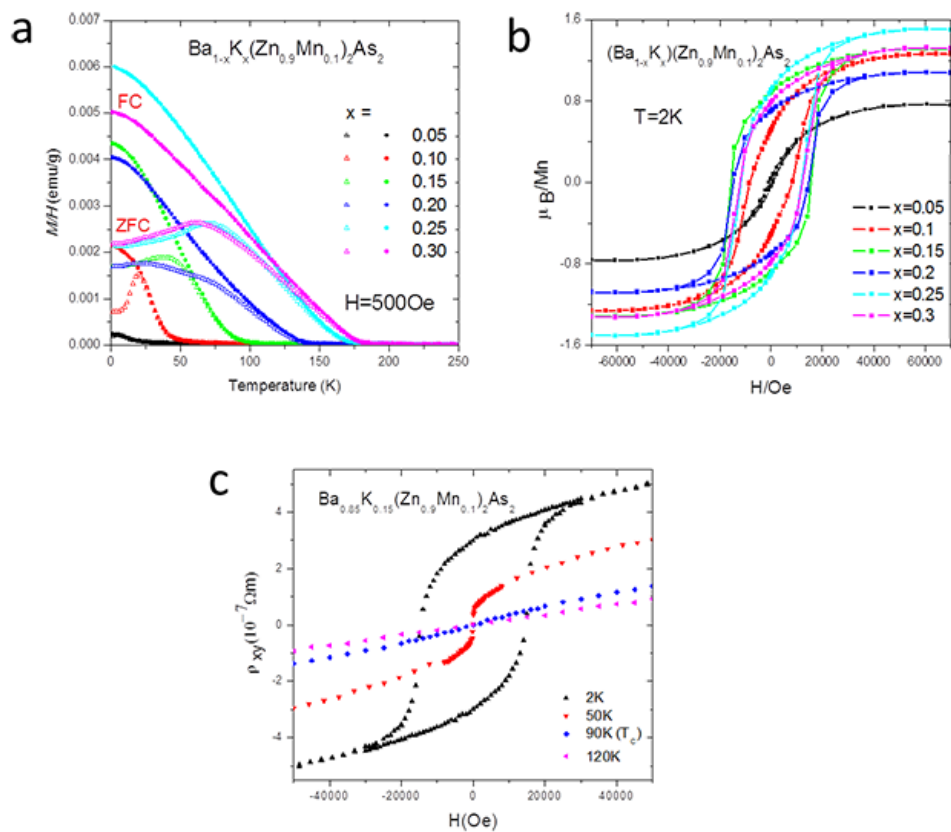


图2. (Ba, K) (Zn, Mn)₂As₂系列样品的磁性和反常霍尔效应的测量结果。在30%K&10%Mn掺杂量时每个Mn离子具有接近1.3个Bohr磁子的饱和磁矩，铁磁居里温度 (T_c) 可达180K。(Ba_{0.85}K_{0.15})(Zn_{0.9}Mn_{0.1})₂As₂在铁磁居里温度90K以下表现出反常霍尔效应。

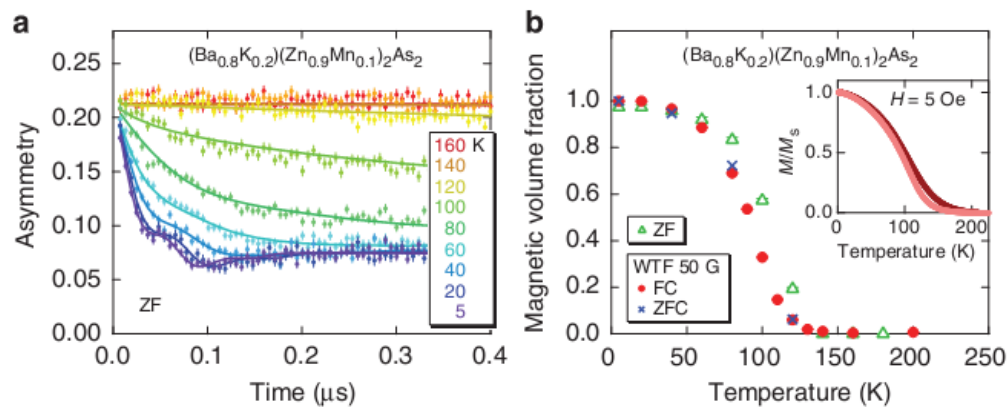


图3. $(\text{Ba}_{0.8}\text{K}_{0.2})(\text{Zn}_{0.9}\text{Mn}_{0.1})_2\text{As}_2$ 的 μ SR实验结果, 磁有序体积在铁磁转变温度区显著上升, 并且在低温下进入完全磁有序。



版权所有 ©2009-2014 中国科学院物理研究所 京ICP备05002789号 京公网安备1101080082号
主办: 中国科学院物理研究所 北京中关村南三街8号 100190