



北京大学量子材料科学中心

International Center for Quantum Materials, PKU

Weekly Seminar

与半导体结构及工艺兼容的垂直磁各向异性 $L1_0$ - $Mn_{1.5}Ga$ 薄膜

赵建华

中国科学院半导体研究所 半导体超晶格国家重点实验室

Time: 4:00pm, Oct.16, 2013(Wednesday)

时间: 2013年10月16日 (周三) 下午4:00

Venue: Room 607, Conference Room A, Science Building 5

地点: 理科五号楼607会议室

Abstract

近年来半导体自旋电子学研究无论在材料制备还是自旋在半导体中的产生、注入、传输、操作和检测等方面均取得了十分重要的进展。但是, 迄今为止, 对半导体自旋电子器件结构进行的自旋量子调控及部分功能演示基本上是利用面内磁化材料作为自旋极化源的。然而, 当器件尺寸减小至纳米量级时, 单元磁结构会受到面内退磁场的影响, 致使磁化矢量卷曲或形成涡旋磁结构, 器件磁化翻转场发生严重涨落。并且, 由于超顺磁效应, 其抗电磁干扰能力及热稳定性均会受到影响。这种尺寸效应将严重地限制未来半导体自旋电子器件的超高密度集成和超高速运转。垂直磁化薄膜的小尺寸结构边缘发散场低, 有稳定的单畴结构, 其较强的磁各向异性也可以极大地抑制超顺磁效应, 所以, 利用垂直磁化薄膜制备的半导体自旋电子器件性能将更为优越。此外, 基于垂直磁化薄膜的半导体自旋电子器件还具备磁化翻转临界电流密度低和翻转速度快的特点, 更有利于制备高速器件。

本报告将首先简单介绍近年来我们在(Ga, Mn)As这一典型的磁性半导体方面开展的一些研究工作^[1-5], 然后重点介绍我们最近在探索制备与主流半导体结构和工艺兼容的垂直磁各向异性材料 $L1_0$ 相 $Mn_{1.5}Ga$ ($L1_0$ - $Mn_{1.5}Ga$) 方面的主要研究进展。利用分子束外延技术, 我们在半导体GaAs衬底上成功外延生长出了垂直磁各向异性的 $L1_0$ - $Mn_{1.5}Ga$ 单晶薄膜, 这种不含贵金属和稀土元素的薄膜在室温环境中表现出超高垂直矫顽力(4.3 T)和超强磁各向异性(21.7 Merg/cc)等优异特性^[6]。另外, $L1_0$ - $Mn_{1.5}Ga$ 的矫顽力、磁各向异性参数、饱和磁矩和磁能积等还可以通过调节生长参数等手段进行调控^[7]。该材料支持5 nm以下小尺寸的自旋电子器件, 并支持记录密度超过20 Tb/inch²和热稳定性60年以上的垂直磁记录^[8]。最后, 将对这种材料在研发与目前已经成熟的半导体工艺相兼容、易于超高密度集成、超高速和低功耗运行、超高热稳定性和抗电磁干扰的半导体基垂直磁各向异性自旋电子器件方面的应用进行展望。

About the Speaker

赵建华, 女, 博士, 研究员, 博士生导师。分别于1985年、1988年在吉林大学物理系固体物理专业获理学学士、硕士学位, 于1999年在中科院物理所凝聚态物理专业获理学博士学位。1988至1996年于燕山大学任讲师、副教授。2000年在中科院半导体所博士后出站后进入日本东北大学电气通信研究所Hideo Ohno教授实验室做博士后, 2002年9月至今在中科院半导体所半导体超晶格国家重点实验室工作, 任研究员。2000年以来主要从事半导体自旋电子学研究工作, 具体进行磁性半导体、半金属、铁磁金属及其异质结构的分子束外延生长; 半导体磁性量子结构自旋调控; 半导体自旋电子器件设计及其物理原理研究。带领其研究团队取得了多项重要的前沿性成果。迄今以第一作者和合作者身份在PRL、Nano Lett、Adv Mater、APL和PRB等国内外著名刊物上发表论文120余篇。在半导体自旋电子学相关国际会议上做邀请报告30余次。担任国家自然科学基金重点等项目负责人。现任中国物理学会磁学专业委员会委员、低温物理专业委员会委员、英国物理学会出版社主办的国际期刊《Semiconductor Science and Technology》编委。曾获2000年国家技术发明二等奖等多项省部级奖励。