

您现在的位置: [首页](#)>[新闻中心](#)>[科研进展](#)

拓扑绝缘体量子线研究取得新进展

发表日期: 2013-04-01

作者: 娄雪

点击率:



【打印】



【小 中 大】

【关闭】

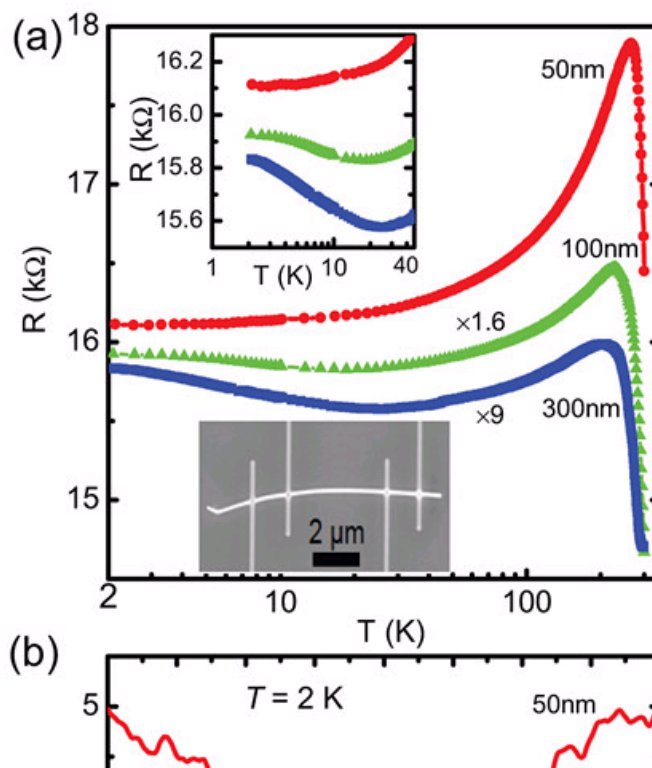
3月28日, 国际权威期刊《自然》子刊《科学报告》(Scientific Reports)发表中科院强磁场科学中心田明亮研究小组的最新科研成果: 单晶碲化铋 Bi_2Te_3 纳米线中的一维弱反局域化(One-dimensional weak antilocalization in single-crystal Bi_2Te_3 nanowires)。该课题组宁伟副研究员通过细致研究拓扑绝缘体的磁电阻效应与纳米线直径的变化关系, 实现单晶纳米线的表面态运输随直径的减小由二维到一维性质的转变。

拓扑绝缘体是完全不同于传统意义上的常规“绝缘体”, 它是近几年才发现的一个新物质态。它的体电子态是有能隙的绝缘体, 而其表面则是无能隙的金属态。由于表面电子几乎没有质量且自旋具有手性, 这些奇异性导致拓扑绝缘体材料在量子信息和量子计算等方面具有极大潜在应用前景。国际上对拓扑绝缘体的研究主要集中在块材和薄膜体系, 田明亮课题组瞄准一维 Bi_2Te_3 纳米线对拓扑绝缘体的表面态进行了深入研究, 并取得了一系列重要进展。如该课题组前期在同一个单晶纳米线上即观察到平行磁场下的Aharonov-Bohm量子振荡, 也观察到垂直磁场下的Shubnikov-de Haas (SdH)量子振荡。这些结果不仅给出拓扑表面态的双重证据而且实验给出了表面态不被表面氧化所破坏的重要信息, 这为未来拓扑量子器件研发提供了实验依据。

课题组宁伟副研究员在前期工作基础上利用低温转角的磁输运测量发现: 随着纳米线直径的减小, 其表面电导逐渐增强, 量子振荡更加明显。而随着纳米线直径的减小, 其低场下表面态电子退相干长度随温度的变化满足 $\sim T^{-1/3}$ 的关系, 表现出从二维反弱局域化到一维反弱局域化的转变。该研究成果对深入理解拓扑绝缘体表面态在一维尺度下的演化, 以及拓扑绝缘体纳米线与超导复合器件中可能存在的Majorana费米子探测具有重要指导意义。

该项研究获得科技部973项目、基金委国家自然科学基金、中科院百人计划项目的支持。该研究利用了强磁场科学中心多功能物性测试系统(PPMS)、X射线衍射仪(XRD)、SEM/FIB双束纳米加工系统等设备。

这一结果对理论预言的表面态螺旋Luttinger的液体行为探索迈出了重要一步, 而螺旋Luttinger液体正是人们期待的量子自旋霍尔的边缘模。(文章链接地址 <http://www.nature.com/srep/2013/130328/srep01564/full/srep01564.html>)



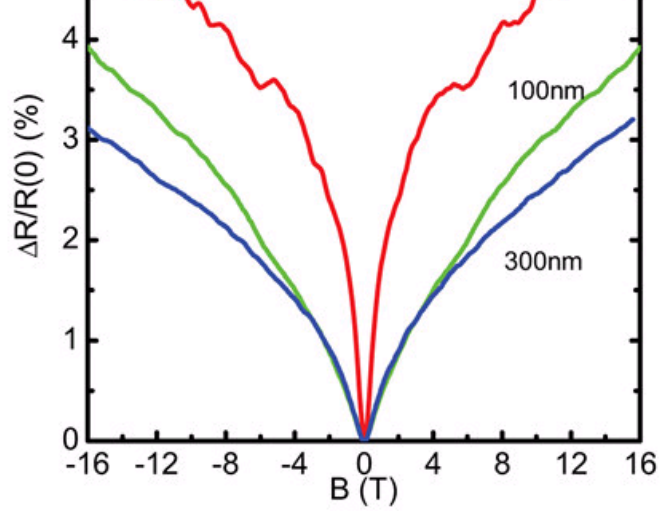


图1: 不同直径Bi₂Te₃纳米线电阻随温度和磁场的变化

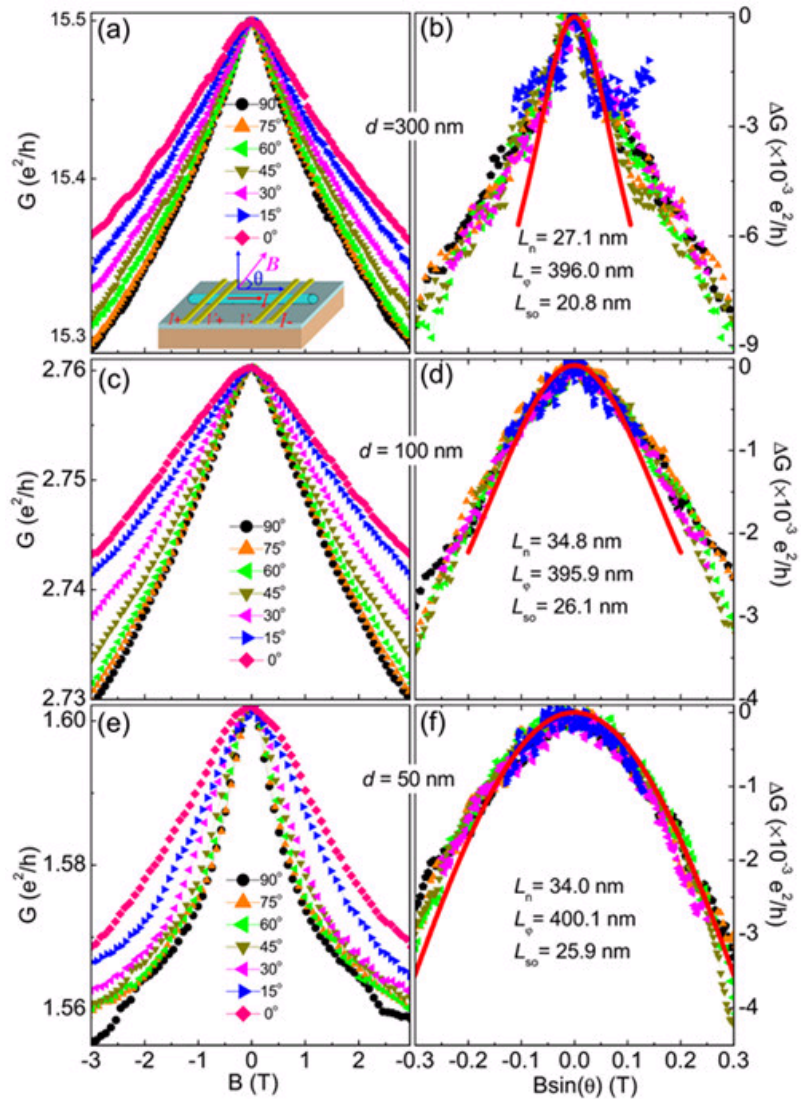


图2(a)(c)(e)不同直径Bi₂Te₃纳米线磁电导随磁场角度的变化; (b)(d)(f)不同直径纳米线低场表面电导在不同角度垂直分量的归一化行为。红色实线为一维反弱局域化理论模型拟合曲线。