

- Prog. NMR Spectroscopy*, **17**(1985), 33.
- [2] A. Abragam and M. Goldman, *Rep. Prog. Phys.* **41** (1978), 395.
- [3] M. J. Duijvestijn, R. A. Wind and J. Smidt, *Physica, B*, **138**(1986), 147.
- [4] R. A. Wind, *Modern NMR Techniques and Their Application in Chemistry*, edited by A. I. Popov and K. Hal-lenga, New York, (1991), 125.
- [5] R. A. Wind et al., *J. Magn. Reson.*, **52**(1983), 424.
- [6] M. Afeworki, R. A. McKay and J. Schaefer, *Macromolecules*, **25**(1992), 4084.
- [7] 李丽云, 袁鉴卿, 胡曙光等, *中国科学 A* No 4, (1992), 419.
- [8] S. Un, T. Prisner, R. T. Weber et al., *Chem. Phys. Lett.*, **189**(1992), 54.
- [9] Zhou Jianwei, Li Liyun, Hu Hongbin et al., *Solid State NMR*, **3**(1994), 339.
- [10] M. J. Duijvestijn, A. Manenschijn, J. Smidt et al., *J. Magn. Reson.*, **64**(1985), 461.
- [11] 叶朝辉, R. Wind and G. Maciel, *中国科学 A*, No 2 (1988), 163.
- [12] M. Mehring and J. Splengler, *Phys. Rev. Lett.*, **53** (1984), 2441.
- [13] T. R. Carver and C. P. Slichter, *Phys. Rev.*, **92**(1953), 212.
- [14] H. Lock and G. E. Maciel, *J. Mater. Res.*, **7**(1992), 1.
- [15] H. Lock, R. A. Wind, G. E. Maciel et al., *Solid State Commun.*, **64**(1987), 41.
- [16] R. A. Wind, M. J. Duijvestijn, C. van der Lugt et al., *Fuel*, **66**(1987), 876.
- [17] G. E. Maciel and M. F. Davis, *J. Magn. Reson.*, **64** (1985), 356.
- [18] A. Calder et al., *Mol. Phys.*, **4**(1970), 481.
- [19] E. G. Janzen et al., *J. Amer. Chem. Soc.*, **90**(1968), 5909.

室温下弹道金属点接触电导量子化的 STM 研究*

盖 峰 何 谊 于 洪 滨 杨 威 生

(北京大学物理系, 北京 100871)

电子工业的发展促进着介观物理的发展, 曾经被 Sharvin 用半经典理论研究过的长度小于电子平均自由程、宽度在费米波长范围的量子点接触中的弹道传输正逐渐成为介观物理研究的一个热点。

所谓点接触就是两个电极间的很小尺度的接触。当点接触的长度小于材料中的电子平均自由程时, 两端电子库中的电子穿过点接触时不发生散射, 输运便是弹道的。由于在点接触中电流传输态受到横向限制, 从而使这些态的横向动量产生量子化, 导致点接触两端电导值随点接触的宽度变化而呈阶跃上升, 即量子化。虽然二维电子气中量子点接触电导量子化已经被实验证实, 但在金属量子点接触方面, 尽管近年来已有不少努力和报道^[1-3], 但电导量子化却仍有待证实。这是因为只有在点接触的宽度与

费米波长相仿时电导量子化现象才有可能被明显地观察到。金属点接触的费米波长是很小的, 所以只有原子尺度的点接触才可能展现出电导量子化。这样, 电导量子化就容易被原子不连续性所掩盖。

扫描隧道显微镜 (STM) 的特性决定了它是研究量子点接触的很好的工具。让 STM 的金属针尖逐渐逼近、接触直至刺入金属样品的过程就是这样一个点接触形成和宽度逐渐加大的过程。若能将这个过程的偏压和电流测出, 从而测出电导的增长过程, 应该就能验证电导量子化的预言。我们认为前人的工作^[1-3]没有能证实电导量子化的原因有二: 一是在实验数据中噪声较大, 二是没有从受到原子不连续性掩盖的实验数据

* 1995 年 10 月 6 日收到。

中提取电导量子化证明的正确对策. 具体说来, 在那些工作中的电导曲线上, 电导确实有落在 $2e^2/h$ 的整数倍上的时候, 但是它却更经常地不落在其上, 有时甚至偏离很远. 显然只把这些平台出现而且只出现在 $2e^2/h$ 的整数倍上的曲线挑出来作为电导量子化的证明, 而不顾其他曲线的存在是不应该的. 但是不可否认的一个事实是, 这些跳变确实暗示着电导量子化现象的存在, 所以最近我们也作了尝试. 由于原始实验曲线较好, 以及正确地采用了对数据作统计处理的对策, 从而第一次真正证实了弹道金属点接触的电导是量子化的^[4]. 尤其值得注意的是我们的实验是在室温下做的, 并且预期在更高温度下应该仍能看到电导量子化.

我们在超高真空系统中把清洁的 STM 的针尖插入清洁、有序的 Au(001) 样品, 在室温下对形成的金属弹道点接触的电导进行了研究, 得到了数千条点接触的电导随针尖下压距离的变化曲线. 在大部分曲线上有电导的跳变和电导的平台出现, 并且大量的跳变集中在一个量子单位 ($2e^2/h$) 附近, 也有一些跳变在两个量子单位附近或更大的地方. 从这些曲线可以看到, 电导平台在 $2e^2/h$ 的整数倍处或离它很近的地方出现的几率很大, 但显然确有一些平台的电导值出现

在非整数倍的地方. 这是由于点接触的电导是由点接触的长度和宽度、接触的形状、光滑程度和点接触中的杂质的影响等多种因素决定的, 并且在针类逼近样品或从样品中提起时, 机械不稳定或原子重新排列将导致上述几种因素的突变, 从而使电导发生跳变. 理论计算表明, 只有在那些细的、光滑的、长短合适并且没有杂质的点接触上才能得到电导的量子化, 才是理想的. 因此在处理这些大量的曲线时, 我们摒弃了那些由于受上述多种复杂因素的影响而无意义的曲线. 通过对近千条理想的电导曲线进行统计处理, 获得了主峰出现而且只出现在 $2e^2/h$ 的整数倍上的电导的频率分布曲线. 这就是室温下金属弹道点接触电导量子化的直接证明.

参 考 文 献

- [1] J. I. Pascual, J. Mendez, J. Gomez-Herrero et al., *Phys. Rev. Lett.*, **71**(1993), 1852.
- [2] C. J. Muller, J. M. van Ruitenbeek, L. J. de Jongh, *Phys. Rev. Lett.*, **69** (1992), 140.
- [3] L. Olesen, E. Laesgaard, I. Stensgaard et al., *Phys. Rev. Lett.*, **72**(1994), 2251.
- [4] Zheng Gai, Yi He, Hongbin Yu et al., *Phys. Rev. B.* (待发表).

《介观物理》一书评介

介观系统的尺度一般在纳米到微米之间. 今天的实验室已可制造介观样品. 介观样品既类似宏观系统 (例如包含数量巨大的粒子, 物理量可按宏观那样定义和测量), 又类似于微观系统 (例如量子力学起决定作用, 特别是波函数的相位起重要作用). 介观系统展示出许多奇特的与量子干涉有关的性质, 引起物理学家的广泛兴趣. 由于传统电子元件已日益接近工作原理的极限, 以及量子干涉元件可能导致电子技术新革命, 必将使已习惯于运用欧姆定律的电子工程师产生危机感. 当前, 即使不涉足凝聚态物理研究物理工作者, 都对这一前途不可估量的新领域产生兴趣. 北京大学“人工微结构和介观物理国家重点实验室”举办有关的专

题报告, 阎守胜和甘子钊两教授将报告集编成《介观物理》一书, 由北京大学出版社出版, 这对于推动我国这一领域的研究, 是很适时的, 有十分重要的意义.

该书的 10 多位撰写报告者, 都是多年从事凝聚态物理研究的国内外知名的学者, 是我国最早投入介观物理研究的少数人之一. 他们熟知介观物理的基本概念和规律, 了解每个专题的发展状况. 因此, 《介观物理》一书的每个专题综述, 是书稿付印时该专题发展的较完整的评述. 主编本书的两位教授, 对于介观物理发展的渊源及前沿, 有着全局性的系统的了解. 所以, 本书专题的选取较为全面. 对于那些尚未涉足而又希望很快进入介观物理领域的年表人, 本书无疑是合适的

(下转第 177 页)