

AlNiCo D相准晶的隧道发现丰富的尖峰结构*

张殿琳

(中国科学院物理研究所 中国科学院凝聚态物理中心 北京 100080)

摘要 在对 AlNiCo D相准晶的极低温下的隧道测量中发现了丰富的尖峰结构.

关键词 D相准晶,隧道谱

OBSERVATION OF RICH FINE STRUCTURES
IN THE TUNNELING SPECTRA OF AlNiCo
DECAGONAL QUASICRYSTALS

Zhang Dianlin

(Institute of Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract Tunneling spectroscopy measurements of AlNiCo decagonal single quasicrystals have revealed very rich fine structures in the density of states around the Fermi energy.**Key words** decagonal single quasicrystal, tunneling spectroscopy

准晶序对电子性质的影响是准晶研究的中心问题之一.准晶序包含相互联系的两个方面:一方面,具有准晶序的材料其原子的局域排列常常具有一些经典结晶学不容许的对称结构,如二十面体结构、十次对称结构等;另一方面,正是由于这种局域的特殊对称结构,使得准晶不存在长程平移对称性.一些理论物理学家通过对准晶的近似相的能带计算预言:准晶的原子排列的近程序导致准晶的电子能谱在费米面附近存在一个约 $0.5 \sim 1\text{eV}$ 的赝能隙.而准晶的长程序会导致电子能谱应可预期有很丰富的、具有自相似特点的尖峰结构^[1].到目前为止,关于准晶能谱的实验工作还极少.近几年对 I 相准晶的隧道谱测量观察到明确的赝能隙,但没有发现有复杂的结构^[2].由于这些测量是在薄膜和带状样品上进行的,而隧道实验对样品的表面状态很敏感,如果表面附近的准晶序的完整性遭到破坏,很可能影响精细结构的出

现.准晶的电子谱究竟有没有复杂的尖峰结构,成为人们关注的一个焦点.

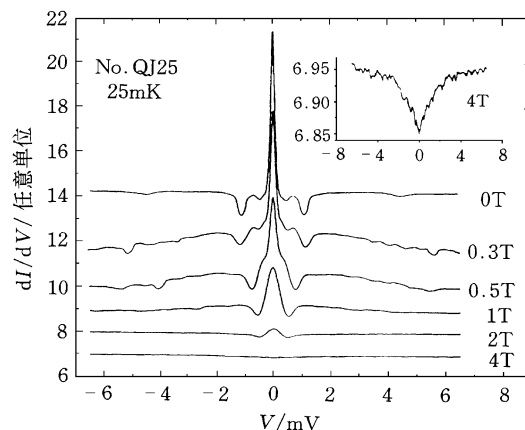


图1 AlNiCo D相准晶的隧道谱
(小插图是 $H = 4\text{T}$ 时的放大谱^[3])

* 国家自然科学基金资助项目

1999 - 03 - 08 收到初稿,1999 - 05 - 06 修回

D相准晶的新鲜断裂面具有较好的平整度和准晶序.但通常的单畴样品尺寸很小,给隧道实验带来很大的困难.我们成功地克服了这些困难,首先测量了D相AlNiCo在极低温下的隧道谱^[3].我们观察到了非常丰富的结构(图1).除去在零偏置处有一尖锐的电导峰外,谱中还有许多反常出现.这些丰富的结构对磁场很敏感,在高磁场下,它们退化为一个简单的能隙.由于我们使用的是AlNiCo-Al₂O₃-Al隧道结,当我们观察到这些复杂的结构时,首先想到的是它们会不会是由于Al的超导能隙造成的?虽然,我们不能从根本上排除这种可能性(这需要用非超导结实验来证实).但是起因于超导是和下述事实很难调和的:首先,这些复杂结构存在的范围远远超出Al的超导能隙.即使零偏置峰的宽度对有的样品也比超导能隙宽10倍之多;其次,直到2T磁场,反常峰宽都没有什么缩小;第三,零偏置峰高随磁场变化,具有复杂的结构(图2).有趣的是,最近的理论计算正好预言了磁场会压缩掉能谱中的尖峰结构^[4].

本工作的重要性可以从《Phys. Rev. Lett.》的评审人对本工作的下述评语中看出来,“该文具有足够的质量和重要性,强烈地增进了对凝聚态物理中这一新现象的了解”.“这些结果很可能对这一领域产生主要影响”.

“非常漂亮和困难的实验工作,得到了有趣的结果.新观察到的尖峰结构是激动人心的”.本结果在正式发表之前已被理论工作者所引用^[5].

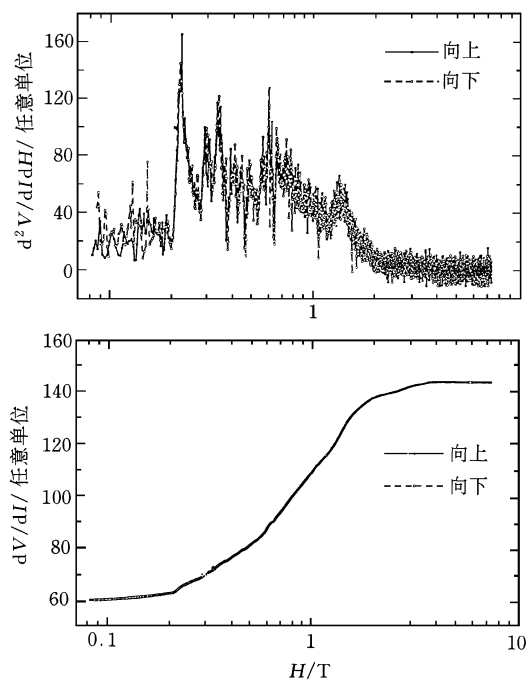


图2 零偏置时峰高随磁场的变化

参 考 文 献

- [1] de Laissardiere G T, Fujiwara T. Phys. Rev. B, 1994, 50:9843—9850;
de Laissardiere G T, Mayou D. Phys. Rev. B, 1997, 55:2890—2893
- [2] Klein T, Symko O G, Davydov D N *et al.* Phys. Rev. Lett., 1995, 74:3656—3659;
Davydov D N, Mayou D, Berger C *et al.* Phys. Rev. Lett., 1996, 77:3173—3176
- [3] Li Guohong, He Haifeng, Wang Yunping *et al.* Phys. Rev. Lett., 1999, 82:1229—1231
- [4] Schwabe H, Kasner G, Bottger H. Phys. Rev. B, 1997, 56:8026—8031
- [5] Roche S, Fujiwara T. Phys. Rev. B, 1998, 58:11338—11344