

一些固体在 1 ~ 500 Hz 频率范围的共振吸收峰*

熊小敏, 龚 康, 张万辉, 张进修, 黄元士

(中山大学超快速激光光谱学国家重点实验室, 广州 510275)

摘 要: 用准连续变频的凝聚态物质共振吸收谱仪在 1 ~ 500 Hz 范围内测量了 Cu, Al, Fe 和有机玻璃等的共振吸收特征. 对 Al 和 BaTiO₃ 陶瓷还测量了它们的变温行为. 讨论了这些共振吸收峰的实验规律和可能的相变行为.

关键词: 固体; 共振吸收; 相变

中图分类号: O482.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) S1-0220-03

文献中曾报道过在 $10^6 \sim 10^8$ Hz 频率范围由于位错段振动所因起的共振吸收峰, 用以证明 G-L 理论的正确性^[1~3]. 但由于不能连续变频而只能采用倍频或分频的方法用自由衰减法测量, 因此, 所测试点不超过 6 个. 此后, 就再没有见到类似的固体共振吸收峰的报道. 我们在另文报道了水在低波数范围内的共振吸收峰及其测量方法^[4], 利用我们设计和制造出的、能准连续变频的凝聚态物质共振吸收谱仪能在 0.01 ~ 500 Hz 范围内准确测量出固体材料是否存在低频范围内的共振吸收峰. 我们测量了 Cu、Al、Fe、有机玻璃等在 1 ~ 300 Hz 范围内的共振吸收特征. 对 Al 和 BaTiO₃ 陶瓷还测量了它们的变温行为. 讨论了这些共振吸收峰的实验规律和可能的相变行为. 下面报道我们所得的初步结果.

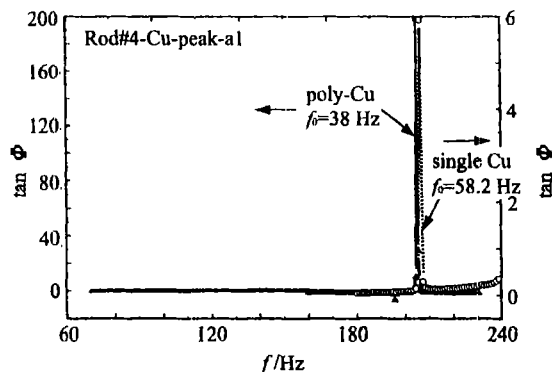


图1 单晶铜和多晶铜的共振吸收谱

1 实验结果

1.1 Cu 的共振吸收谱

图 1 给出了单晶铜和多晶铜的共振吸收谱. 由图可见, 单晶峰要比多晶峰的峰位高, 但这种差别可能是系统的共振频率的差别引起的.

1.2 多晶 Al 的共振吸收峰

图 2 给出了多晶 Al 在室温和 200 °C 时的共振吸收谱. 可见 200 °C 时的吸收峰峰位均比室温时的低, 但很可能是 200 °C 时的模量比室温低所致.

1.3 铁的共振吸收峰

图 3 所示是工业纯铁的共振吸收峰.

1.4 高聚物的共振吸收峰

图 4 和图 5 分别给出有机玻璃 PMMA 和尼龙

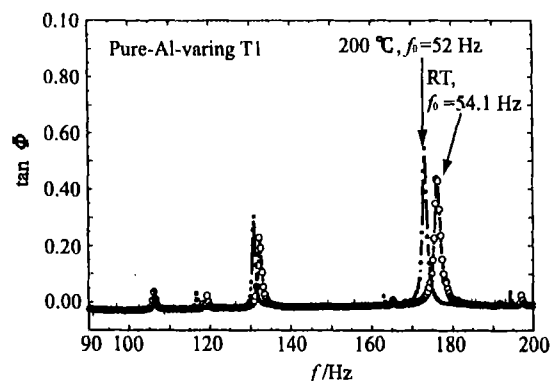


图2 多晶 Al 在室温和 200 °C 时的共振吸收谱

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (19974077, 10027001, 10004017); 教育部重点科技项目及博士点基金资助项目 (99055, 99055806); 广东省科技攻关资助项目 (99M011007G, 2KM01101G); 广东省自然科学基金资助项目 (001246); 广东省教育厅专项资助项目; 广州市科技新星基金资助项目 (2000-k-004-01)

收稿日期: 2000-12-30; 作者简介: 熊小敏 (1970-), 男, 讲师.

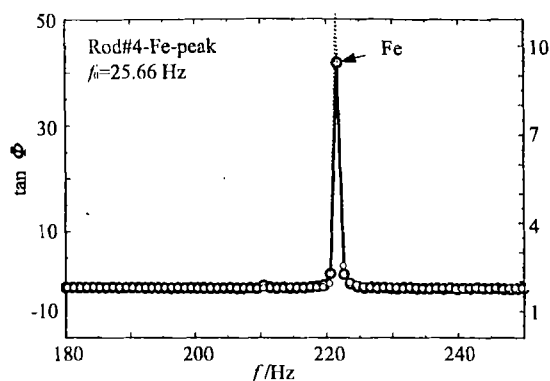


图3 工业纯铁的共振吸收峰

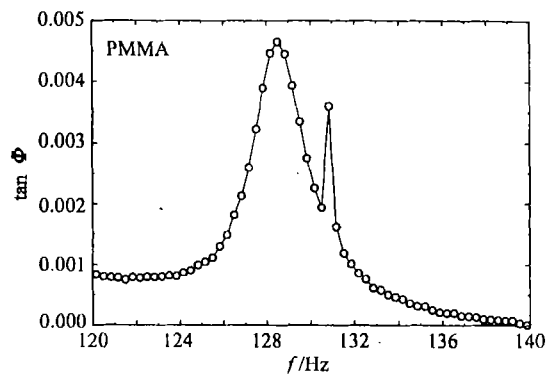


图4 有机玻璃 PMMA 的共振吸收峰

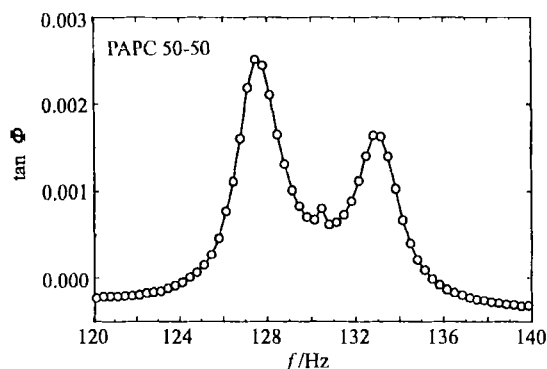


图5 尼龙 PAPC 共振吸收峰

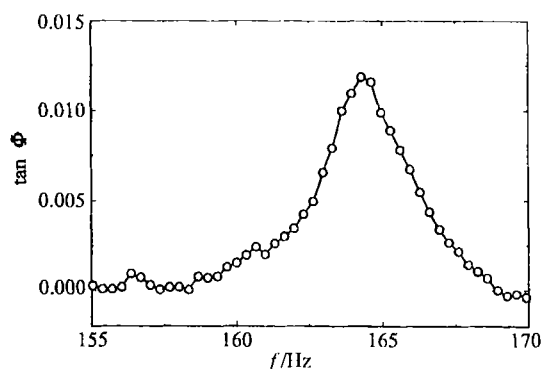


图6 光学波片的共振吸收峰

PAPC 试样的共振吸收峰.

1.5 玻璃试样的共振吸收峰

图6给出了光学波片的共振吸收峰.

1.6 BaTiO₃ 陶瓷的共振吸收峰

图7给出了BaTiO₃陶瓷在室温(25℃, 铁电相)和140℃(顺电相)时的共振吸收谱. 由图可见, 铁电相在~60 Hz及~150 Hz处的谱线在相变至顺电相时明显地依向高频, 而另外两个主峰则基本没有移动. 这说明共振吸收谱仪可方便地用于固体中相变的研究.

2 讨论

(1) 由以上实验结果可知, 不同种类的固体具有不同峰位的吸收峰. 但这些吸收峰的峰位会随系统的共振频率的变化而移动, 因此, 这些吸收峰还不能看成是材料的本征共振吸收. 一般地说, 系统共振频率的升高都导致所测固体共振吸收峰移向高频. 从这个意义上来说, 到目前为止, 我们尚未找到固体材料的真正本征共振吸收峰.

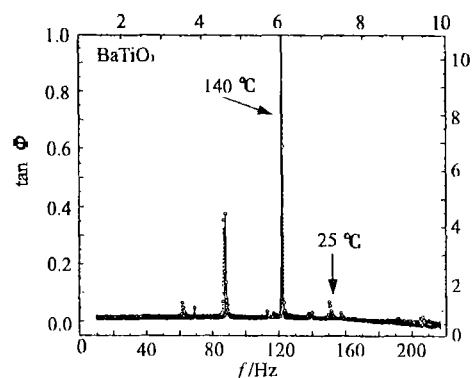


图7 BaTiO₃ 陶瓷在 25℃ (铁电相) 和 140℃ (顺电相) 时的共振吸收谱

(2) 由于我们没有测量材料的声速, 因此还不能将频率谱转换为波数谱, 并进一步研究固体共振吸收峰的起源.

(3) 吸收峰高只有相对的意义, 一般来说, 系统的共振频率越低, 计算得出的共振峰的高度越高(见文[4]的4式).

参考文献:

- [1] NOWICK A S, BERRY B S. Anelasticity relaxation in crystalline solids[M]. Academic Press, 1972. Chapter 14.
- [2] LUCKE K, GRANATO A. The dislocation and mechanical properties in crystals[M]. Wiley, 1957. 425.
- [3] NOWICK A S, BERRY B S ed. Anelasticity relaxation in crystalline solids[M]. Academic Press, 1972. 420.
- [4] 张进修, 熊小敏, 丁喜冬, 等. 凝聚态物质的切变波共振吸收谱仪的工作原理[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2001, 40(增刊 A): 284 - 288.