

二元系的热刺激电流^{*}

熊正烨¹, 丘翠环², 李智强¹, 陈 敏¹
(1. 中山大学物理学系, 广东 广州 510275;
2. 广东药学院, 广东 广州 510224)

摘 要: 测量 3 种不同化学成份的粉料与硅油混合物的热刺激电流. BT 粉与硅油的混合物有很明显的热刺激电流 (TSC), 且显示出与粒径存在一定的关系; TiO₂ 粉和 Al₂O₃ 与硅油的混合物在测量温区几乎没有热刺激电流峰.
关键词: 铁电相变; 尺寸效应; 热刺激电流
中图分类号: O4282.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) 02-0131-02

钛酸钡 (BT) 单晶在室温为四方铁电相, 温度高于 120 °C 转变为立方顺电相, 近年出现纳米尺寸粉料后, 认为钛酸钡粉有一临界尺寸, 约为 40 nm; 更小的微晶粒在室温也是立方相, 不存在铁电相^[1]. 介电响应和热刺激电流 (TSC) 是观察铁电—顺电相变的传统方法, 粉料与气体或液体混合后, 无法测量其介电常数^[2], 但用 TSC 方法却可得到很好的结果.

1 测量结果

用 3 种不同方法制得 BT 粉末, X 光分析得到 (002) 峰出现明显的双峰, 表明样品在室温下为铁电相. 样品 1 是用 Sol-gel 法制得的粒径为 50~100 nm 的四方相 BT 粉, 样品 2 是用常规陶瓷工艺的固相反应法制成的, 粒径为 100~300 nm 的四方相 BT 粉, 样品 3 是样品 2 烧结成陶瓷后被磨碎成 1~30 μm 的 BT 陶瓷小颗粒. 将样品与 100cs 的硅油混合, 反复拌和, 使硅油充分渗入 BT 颗粒间隙中, 然后将混合物填入电极之间, 电极面积 16.6 cm², 极间距离 1.0 mm, 样品在 120 °C 保温 1 h, 以排走其中吸附的水分; 再加热至 130 °C, 在 2 400 V/mm 的电场下极化 15 min 后, 带电冷却至室温; 将样品两端短路 15 min 后, 测量 TSC.

图 1 为样品 1~3 的测量结果, 升温速率约为 3 °C/min, 因为测量每隔 3 °C 就有 1 个点, 测点密布成为光滑曲线. 从图中可以看到不同粒径四方相 BT 粉与硅油的混合物均有明显的 TSC; 相同的测量条件下, TSC 峰值出现的温度点并不相同, 而是随粒径的增大而升高. 用相同的方法

测量了 2 种非极性粉和硅油的混合物的 TSC, 结果如图 2. 样品 4 是作为化工原料的 TiO₂ 粉与硅油的混合物, 样品 5 是 Al₂O₃ 粉与硅油的混合物, 这 2 种样品的 TSC 都很小, 在 30~150 °C 内没有峰值出现, 相同的方法测得纯硅油 (样品 6) 的 TSC 在该实验精度下为零值.

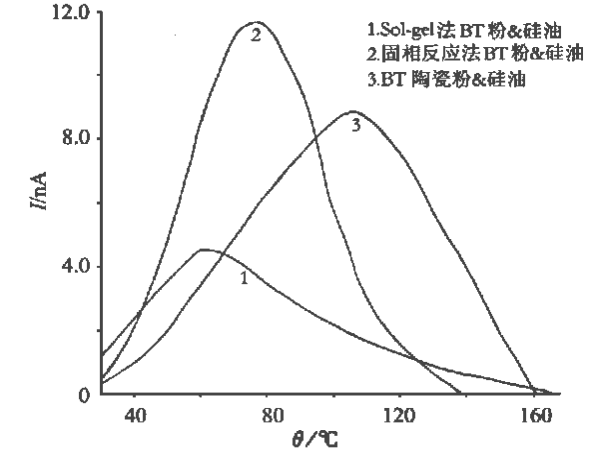


图 1 四方相 BT 粉与硅油混合物的 TSC
Fig 1 The TSC of the tetragonal BaTiO₃ powder with silicone oil

2 结果分析与结论

当 BT 粉料与硅油混合后, 在由高温顺电相转变成铁电相的过程中, 相邻的颗粒之间出现电偶极矩的相互作用而组团, 晶粒从邻近颗粒取得屏蔽电荷以达到稳定的铁电相, 颗粒集团中的铁电自发极化电偶极矩互相抵消, 宏观测量只看到整个集团的顺电性. 因此, 用介电测量的方法看

^{*} 基金项目: 中山大学青年教师科研启动基金资助项目 (99-019-429304)
收稿日期: 2001-01-02; 作者简介: 熊正烨 (1972—), 男, 讲师; 通讯联系人: 陈敏.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

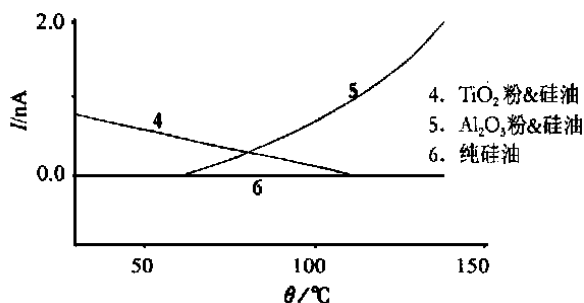


图 2 非极性粉与硅油混合物的 TSC

Fig 2 The TSC of the nonpolar powder with silicone oil

不到预期的电容峰值^[2]。混合物加上外电场后,从高温顺电相冷却转变为铁电相的过程中,颗粒出现的电偶极矩趋向与外电场排列一致,从而使样品出现较大的电偶极矩。在两端短路之后,这些由于极化而产生的束缚电荷将被等量相反的自由电荷所屏蔽。当温度升高时,由于热运动加

剧,使得电偶极矩排列的一致性减弱,从而所需要的屏蔽自由电荷变少,多余的自由电荷就会从样品的两极释放出来,形成 TSC。BT 颗粒越大,结晶越完整,铁电相的 BT 粉被极化后所形成的电偶极矩也就越大;颗粒越大,受热运动扰动而改变颗粒电偶极矩取向所需要的温度越高,因此, TSC 峰值对应的温度越高。

粉料与气体或液体混合后,虽然用介电方法无法看到铁电—顺电相变,但用 TSC 方法可以观察到。

参考文献:

- [1] UCHINO K, SADANGA E, HIROSE T. Dependence of the structure on partial Size in barium titanate[J]. J Am Ceram Soc, 1989, 72: 1555—1558.
- [2] 丘翠环,熊正烨,陈敏.粉料铁电相变的介电响应[J].中山大学学报(自然科学版),2000,39(增刊).

The Thermally Stimulated Current of the Binary Mixture

XIONG Zheng-ye, QIU Cui-huan, LI Zhi-qiang, CHEN Min

(Department of Physics, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The thermally stimulated currents (TSC) of different binary mixture were measured. BaTiO₃ powder with silicone oil showed apparently a peak, which depends on the size of powder. TiO₂ and Al₂O₃ powders with silicone oil showed no TSC peak in the temperature region of measurement.

Keywords: ferroelectric phase transition; size effect; thermally stimulated current (TSC)

·简 讯·

本刊改版启事

为适应学校科研、教学发展,创办一流的高校学报,从 2001 年起,中山大学学报(自然科学版)改用大 16 开本出版,同时,封面设计和内文版式、用纸等也作相应改变。本刊期望在新世纪中,继续得到广大读者、作者的关心和爱护,我们将继续努力,向社会奉献一份精品学报。

新世纪,新发展!

(本刊编辑部)