

高性能 PZT 热释电陶瓷材料的研制

张显炽 吴 平

(西北电讯工程学院技术物理系)

改性 PZT 陶瓷材料具有工艺简便、生产周期短、易于加工、物理化学性能稳定、成本较低等优点, 而且居里温度高、承受辐射功率大, 是一种富有吸引力和竞争力的热释电材料, 特别在大功率激光测量中具有很广阔的应用前景。我们研究比较了 Zr/Ti 为 91.5/8.5~95/5 的数种配方, 并通过掺杂改性制备了性能较好的 PZT 热释电陶瓷材料。

从作为热释电材料评价标准的优值因子出发, 讨论了比热 C_p 、密度 d 、介电常数 ϵ_r 、介电损耗 $\tan \delta$ 等参数对热释电材料的影响, 以及红外探测器对敏感元材料的要求, 并利用 PZT 二元系固溶体相图, 分析了利用高温三角铁电相与低温三角铁电相之间相变的优点。由此看出, 相变时可得到较大的热释电系数, 而晶格畸变不大, 不会引起介电常数大的变化, 而且这种相变是由一种铁电相变成另一种铁电相, 温度没有超过居里点, 也就不会退极化。因此可获得较高的材料优值。

基于以上的理论分析, 确定了 Zr/Ti 从 91.5/8.5 至 95/5 为基本配方, 通过不同量、不同元素的掺杂改性, 制备了较好性能的 PZT 热释电陶瓷。文中列表详细报道了 PZT 热释电陶瓷各工序的制备条件与要求, 材料的化学组成为 $\text{Pb}_{1-x}\beta_x(\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{O}_3$, 其中 β 为添加掺杂改性元素, $x \ll 1$, $5 \leq y \leq 8.5$ 。

关于掺杂元素, 着重研究了几种“软性”添加元素。文中报道了几种改性 PZT 热释电陶瓷的配方和它们的性能参数。其中 PBZT-3 陶瓷材料, 居里温度为 250°C , 室温下热释电系数为 $3.8 \times 10^{-8} \text{C/cm}^2 \cdot \text{K}$, 介质损耗为 0.002, 介电常数为 210; 相变时 (74°C) 热释电系数为 $22 \times 10^{-7} \text{C/cm}^2 \cdot \text{K}$, 介电常数为 230。由此可看出, 相变时的热释电系数比室温时的热释电系数增大 50 多倍, 而介电常数增加只有 9% 左右, 所以相变时有较好的材料优值, 与理论分析相符。通过改变 Zr/Ti 的值, 可调节相变温度, 这样可根据辐射的强弱和不同的需要来设置相变点, 使配方的 Zr/Ti 值与相变点相应。