

弛豫型铁电陶瓷 PMN 材料的 $P \sim E$ 回线特性

黄仲臧

(中国科学院上海硅酸盐研究所 上海 200050)

陈王丽华 蔡忠龙

(香港理工大学应用物理系及材料研究中心)

摘 要

按照 Swarts 和 Shrout 提出的方法制得了单相的钙钛矿结构 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 陶瓷样品, 这种弛豫型铁电体陶瓷显示了不同于正常铁电体的 $P \sim E$ 回线随频率变化特性。

关键词 弛豫型铁电体, 正常铁电体, $P \sim E$ 回线

分类号 TM 22

弛豫型铁电体, 以 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (以下简称为 PMN) 为其代表, 具有不同于正常的铁电体特性: 例如, 相转变明显扩散, 介电性能在低于 T_m (介电系数达到最大值的温度) 时显示出弥散, 介电系数随温度的变化 (包括 T_m) 将是频率的函数, 且在高于 T_m 的温度时, 介电系数不服从 Curie-Weiss 定律。据报道, 弛豫型铁电体的上述特性是与其组成结构中的不均匀性密切相关, 也即存在着纳米尺度的极化小区 (但在室温下不显现自发极化), 所以弛豫型铁电体又称为纳米复合材料^[1]。

PMN 为基的弛豫型铁电体陶瓷具有很大的介电系数, 很大的电致伸缩系数以及大的由偏压电场引导的压电系数 d_{33} , 这使它在多层电容器, 电致伸缩致动器, 声和超声换能器等方面可能有广泛的应用^[2,3]。

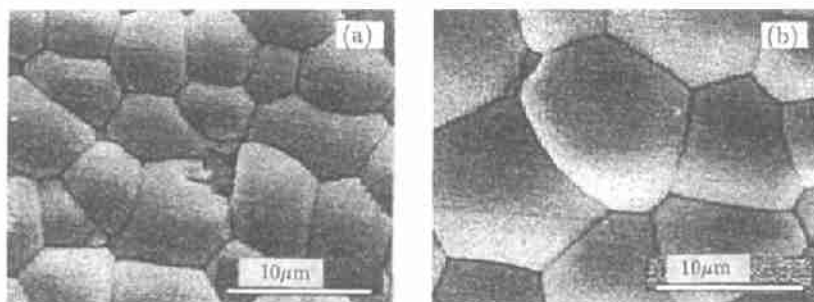


图 1 PMN 样品在不同条件下烧结的生长面的 SEM 照片

Fig. 1 SEM micrographs of as-fired surface for PMN samples at various sintering conditions

(a) 1250°C/1h; (b) 1250°C/5h

• 1998-06-09 收到

本文采用混合氧化物工艺,按照 Swarts 和 Shrout 提出的方法^[4]制备 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 陶瓷样品, X 射线衍射分析表明所得到的 PMN 粉末是单相的钙钛矿结构化合物,没有检测到焦绿石相. 陶瓷样品的烧结面的扫描电镜 (SEM) 照片 (图 1) 表明, 烧结体是致密的, 没有显气孔存在. 而且在这些显微结构中可以看到某些晶粒的晶界成 120° 的夹角, 显示了相当均匀的晶粒尺寸的分布.

PMN 材料室温时的 $P \sim E$ 回线 (用 Radiant Technology RT 66a 和放大器测得的) 示于图 2 中. 由图 2(a) 可见, PMN 材料在室温、10Hz 下并没有显示铁电性, 因为其极化随电场的变化只是一条曲线, 不显现滞后现象. 然而, 随着测量频率的升高, 其极化随电场的变化出现了一些滞后, 并观察到了 PMN 材料的 $P \sim E$ 回线, 且测量频率越高 (例如在 400Hz 下), 滞后现象也越明显, $P \sim E$ 回线的面积越大, 如图 2(b) 和 2(c) 所示. 这表明随着测量

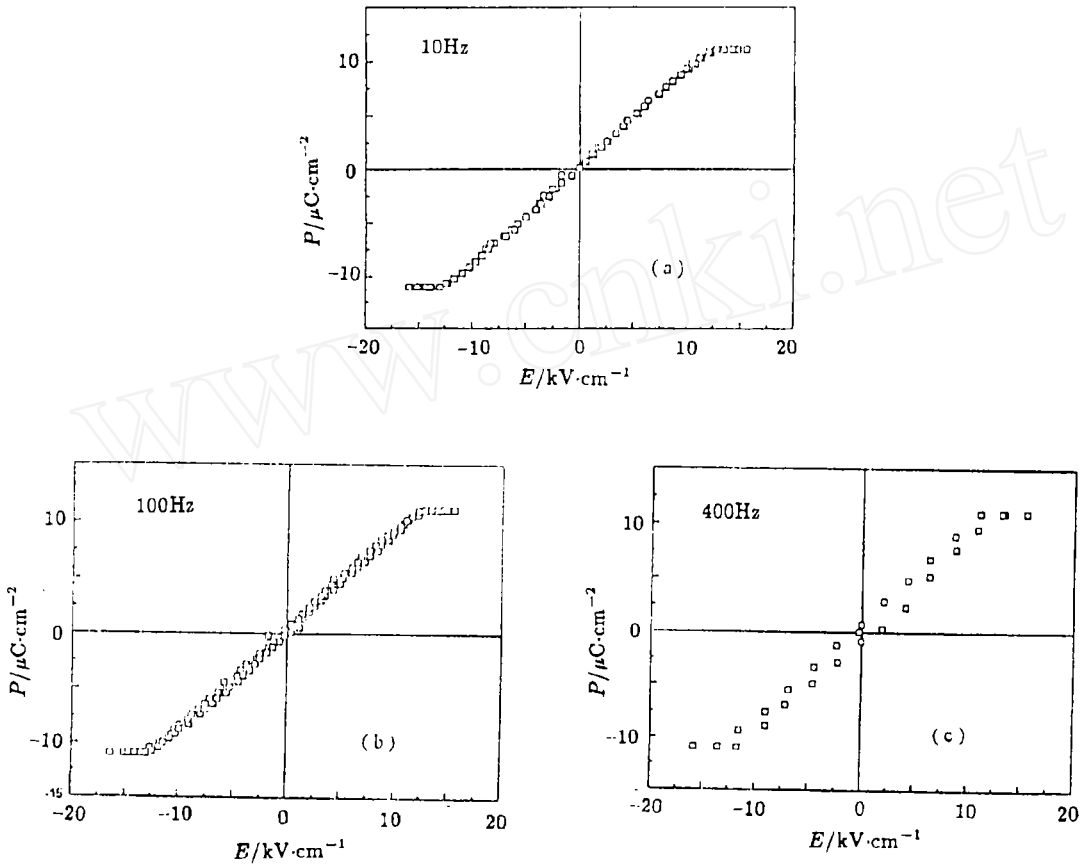


图 2 PMN 陶瓷样品的 $P \sim E$ 回线 (室温) 的变化
Fig. 2 $P \sim E$ loops at room temperature for PMN sample at various frequencies

电场的频率的提高, PMN 陶瓷材料中出现了某些铁电性, 这一现象与弛豫型铁电体的相转变温度随测量电场的频率的升高而向高温方向移动是一致的^[1~3]. 然而, 当同样的实验在正常铁电体, 如 BaTiO_3 和 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$, 上进行时, 并没有观察到这一现象. 显然, PMN 陶瓷材料这一特性是其独有的, 其机理仍不清楚, 有必要开展进一步的研究.

参 考 文 献

- 1 Cross L E. *Ferroelectrics*, 1994, **151**: 305-320
- 2 Pan W Y, *et al.* *Japan. J. A. P.*, 1989, **28** (4): 653-661
- 3 Shrout T R, Fielding J. *Proc. 1990 IEEE Ultrasonic Symposium, U.S.A. Dec. 4-7*, 711-720
- 4 Swartz S L, Shrout T R. *Mater. Res. Bull.*, 1982, **17**: 1245-1250

Characteristic of $P \sim E$ Loop of PMN Relaxor Ferroelectric Ceramic Material

HUANG Zhong-Zang

(Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences Shanghai 200050 China)

CHAN H.L.W. CHOY C.L.

(Department of Applied Physics and Materials Research Center The Hong Kong Polytechnic University Kowloon Hong Kong China)

Abstract

According to the method proposed by Swarts and Shrout, PMN ceramic material with single perovskite phase was prepared, and no any pyrochloride one was detected by X-ray diffraction analyses. SEM observation shows that the sample was dense without the apparent pores. The hysteresis ($P \sim E$) loop was measured by using a Radiant Technology RT 66a and an amplifier. The change of $P \sim E$ loop of the sample with the frequency measured shows that the dependence of the polarization on the field of PMN relaxor ferroelectric ceramic material at low frequency (e.g. 10 Hz) is a curve without any hysteresis at room temperature, and $P \sim E$ loop appears with the increase of frequency measured (e.g. >100 Hz), the higher the frequency, the larger the $P \sim E$ loop, which differs from that of normal ferroelectrics.

Key words relaxor ferroelectrics, normal ferroelectrics, hysteresis loop