

PMNPT 单晶的电畴结构

罗豪 张冰阳 沈关顺 齐振一 许桂生 王评初 乐秀宏

李金龙 仲维卓 殷之文

(中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 201800)

Domain Structure of Single Crystal PMNPT

Luo Haosu Zhang Bingyang Shen Guangshun Qi Zhenqi Xu Guisheng Wang Pingchu

Le Xiuhong Li Jinlong Zhong Weizhuo Yin Zhiwen

(Shanghai Institute of Ceramics Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China)

弛豫型铁电体 PMNPT 晶体, 它是由铌镁酸铅 ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$, 简称为 PMN) 和钛酸铅 (PbTiO_3 简称为 PT) 组成的固溶体晶体材料。PMNPT 具有钙钛矿结构, 晶体的高温顺电相为立方结构; 低温铁电相的结构和组成与 $x\text{PMN}-(1-x)\text{PT}$ 中 x 的大小有关, 从晶体中负离子配位多面体角度分析, 由于晶体中的 NbO_6 和 MgO_6 八面体的多少可以在晶体中出现一个四方-三方相共存的准同型相界结构, 在 NbO_6 和 MgO_6 八面体数量较多时晶体为四方结构, 数量较小时为三方相结构。增加 PT 的含量, 可以提高 PMNPT 弛豫型铁电相变的居里温度 (T_c)。通过调节 PT 的含量大小量, 我们生长出了 T_c 约 180°C 的 PMNPT 晶体, 它的低温铁电相为四方结构。

由于生长出来的 PMNPT 晶体降温通过居里点时, 发生弛豫性铁电相变, 晶体内部的载流子浓度不能完全补偿相变时, 多种八面体沿晶体 a 、 b 或 c 轴相反方向拉伸所产生自发极化而造成的晶体内部电场的变化, 便形成 PMNPT 晶体内自发极化方向相反的 180°C 多畴结构。另一方面 PMNPT 晶体结构中, NbO_6 、 MgO_6 和 TiO_6 八面体在发生顺电-铁电相变过程中, 由于它们沿晶体 a 、 b 或 c 轴不断拉伸, 使晶格发生畸变, 在相变界面上产生弹性应力。相变过程中, 相界面以不同速度通过顺电相时, 沿晶体的 a 、 b 或 c 轴方向可以产生不同大小的自发应力的突变值, 从而形成不同的 90° 电畴结构。

我们用光学显微镜, 电声扫描显微镜对 PMNPT 晶体中的 90° 电畴进行了观察研究。有些电畴结构甚至可以用肉眼直接观察研究, 这是由于相邻二电畴的折射率在 90° 电畴壁上存在突变, 通过观察部分光线在畴壁上的全反射, 可以观察 90° 电畴的结构。而 180° 电畴结构在畴壁上不存在折射率的变化, 不能直接用光学的方法加以观察。我们通过 PMNPT 的腐蚀形貌的显微观察, 研究了 PMNPT 的 180° 电畴结构。

从二面抛光且定向好的 PMNPT 晶体的偏光透射显微观察中可知, 与 BaTiO_3 晶体中 90° 电畴结构相类似, PMNPT 晶体的 90° 电畴结构中, 相邻二电畴的畴壁面的取向为 $\{011\}$, 它与晶体中多种氧八面体的一个面相平行。 90° 多畴的周期变化长度与通过居里点时晶体的降温速率有密切关系。从晶体生长炉中取出 PMNPT 晶体, 其 90° 电畴的厚度约为 0.2mm 。晶体退火时不同降温速度, 会引起 90° 电畴厚度的不同增加。

从 PMNPT 晶体电滞回线的测量可知晶体的矫顽电场约为 $2\text{kV}/\text{cm}$ 。结合晶体的畴的研究, 可以指导 PMNPT 晶体的单畴化工艺条件的选择, 方便地获得单畴化的 PMNPT 单晶样品。并可以通过晶体的腐蚀形貌的显微观察以及晶体的电声扫描电镜等方法方便地检查 PMNPT 晶体单畴化程度。

关键词: PMNPT 晶体, 铁电体, 电畴结构

Key words: PMNPT crystal, ferroelectrics, domain structure

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www>