

静电场作用下 TGS 单晶 在相变点附近中子衍射的增强*

杨 桢 程玉芬 牛世文

(中国科学院原子能研究所)

硫酸三甘氨酸 (triglycine sulfate, 简称 TGS)^[1] 是典型的铁电晶类之一. 它属于单斜晶系, 在室温下呈铁电态, 在临界温度 $T_c = 49.72^\circ\text{C}$ ^[2] 以上通过位移相变^[3] 转化为顺电态. 其空间群在相变前后分别为 P_{21} 及 P_{21}/m . 它在临界温度附近的各种特性如介电^[4]、压电^[5]、热容量^[6]等等均被详细研究过^[7]. 我们在进行外场对中子衍射的影响的工作^[8]时观察到, TGS 单晶在临界温度附近外加电场时可产生中子衍射的增强效应.

我们所用的样品为 b -切的 TGS 单晶, 沿 b 向厚度约 5mm, 喷金电极, 外加电场平行于 b 轴. 中子衍射仪^[9] 入射波长为 $1.08 \text{ \AA}$, 观察晶体的 (040) 面衍射, 先后测量了自 15°C 起到 55°C 之间不同温度下外加静电场对衍射强度的影响, 其结果如下:

(1) 在室温 (15°C 附近) 范围内, 外加静电场 (场强 2000 V/cm , 下同) 作用下, 中子衍射有微弱的增强 ($\sim +3\%$).

(2) 当温度接近相变点时, 外场引起的中子衍射增强程度相应地加大, 在临界点附近 ($\sim 48.5^\circ\text{C}$) 达到 $+20\%$.

(3) 温度超过相变点以后增强效应迅速减弱, 在 55°C 以上已完全消失.

恒定外场下中子衍射增强比 $(I/I_0)_E$ 与温度的关系见图 1.

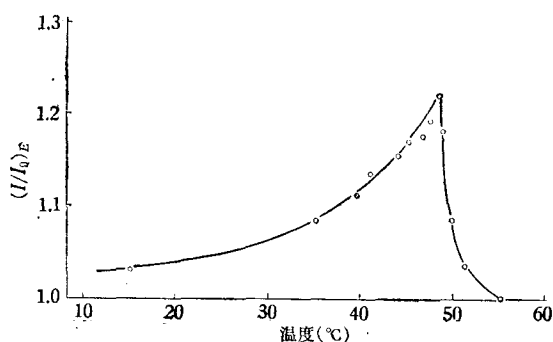


图 1 恒定外场下中子衍射强度增强比 $(I/I_0)_E$
与温度的关系
(TGS (040), $E \sim 2000 \text{ V/cm}$)

为 $+28\%$.

(4) 在衍射峰增强的同时, 观察到峰的半宽度 (fwhm) 略有增加.

(5) 在恒定的、接近相变点的温度下, 衍射强度随外场的增强而加大. 从所得的 $(I/I_0)_E$ 与电场强度的关系曲线 (图 2) 可以看出, 当场强小于 $\sim 1000 \text{ V/cm}$ 时, 其变化约为线性; 在此值以上则渐“平缓”. 在 $T = 48.5^\circ\text{C}$ 时所得的最大增强 (场强 4000 V/cm) 约

* 1977 年 9 月 16 日收到.

(6) 在增强效应较明显的情况下,可以看出,在加上和撤去电压时衍射强度的变化均具有弛豫的性质(图 3)。弛豫时间约 5—10 分钟,且随着外场的增强而缩短。

产生这一现象的机制还在探讨中,它可能与 TGS 的导电性和它在临界时的压电和电致伸缩模量异常有关¹⁾。TGS 从其组成来看,其载流子仅可能是质子。Morvac 等^[10]人曾观察到 TGS 的电阻率随湿度增大迅速下降,而 Singh 等人的工作^[11]说明水蒸汽能不断供给晶体以氢载流子,也间接说明了 TGS 是质子导电。对于离子导体,在外加静电场后,其内部电场是不均匀的;而由于 TGS 在临界点附近压电和电致伸缩模量的显著增大^[5],

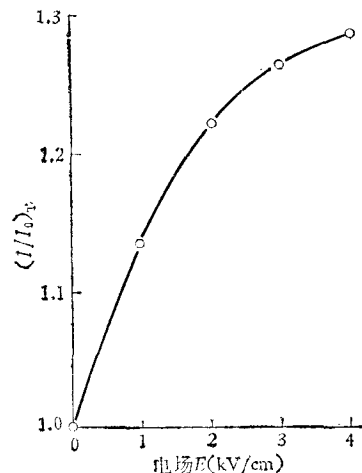


图 2 恒定温度(+48.5°C)时中子衍射增强比 $(I/I_0)_r$ 与外电场的关系 (TGS(040), $T = 48.5^\circ\text{C}$)

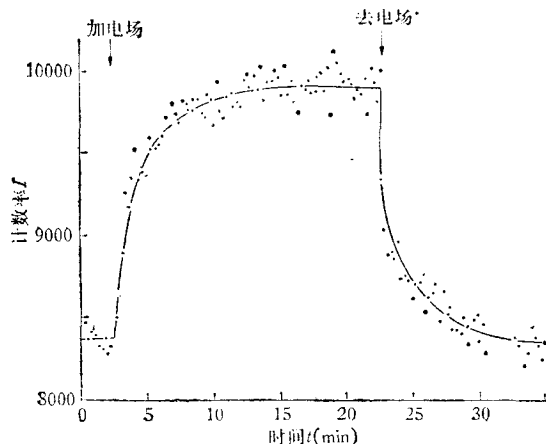


图 3 衍射强度随时间的变化 (TGS(040), $T = 47.8^\circ\text{C}$, $E = 2000\text{V/cm}$)

这种非均匀电场就可能通过压电效应导致非均匀的晶格畸变,引起衍射强度的增大和衍射峰的加宽^[12],所观察到的弛豫则可能反映了载流子在晶体内部的扩散过程。在进一步从实验上观察有关的其他现象之后,可望对产生这一效应的原因得出最后的结论。

朱家瑄、杨继廉、曾祥欣三位同志协助我们进行了这一实验。

参 考 文 献

- [1] K. Itoh *et al.*, *Ferroelectrics*, **5**(1973), 235.
- [2] M. I. Gonzalo *et al.*, *Phys. Rev.*, **144**(1966), 662.
- [3] T. Kato *et al.*, *J. Phys. Soc. Japan*, **32**(1972), 717.
- [4] G. Luther *et al.*, *Z. Naturforsch.*, **24a**(1969), 389.
- [5] T. L. Keda *et al.*, *Japan. J. Appl. Phys.*, **1**(1962), 13.
- [6] M. J. Tello, *J. Phys. Soc. Japan*, **28S**(1970), 199.
- [7] Landolt-Bornstein Series III-9, Springer-Verlag, Berlin (1975) S177 及同名书, III-3, (1963), 185.
- [8] 中国科学院原子能研究所 α -磷酸锂研究小组, *物理学报*, **25** (1976), 129.
- [9] 安万寿等, *物理学报*, **17** (1961), 222.
- [10] F. Morvac *et al.*, *J. Phys. Soc. Japan*, **21**(1968), 787.
- [11] S. Singh *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **16**(1970), 176.
- [12] B. Buras *et al.*, *Phys. Stat. Sol. (a)*, **9**(1972), 423.

1) 施义晋,内部讨论;李荫远、许政一,通讯讨论。

**ENHANCEMENT OF NEUTRON DIFFRACTION OF TGS
MONOCRYSTALS NEAR THE CURIE POINT WITH
THE APPLICATION OF A DC FIELD**

YANG ZHEN CHENG YU-FEN NIU SHI-WEN

(Institute of Atomic Energy, Academia Sinica)