

射仪改变了一下几何参数来测  $W, P, R$ , 效果较好. 即: 将 X 射线取出角改为  $1^\circ$ , 所以 X 光管视焦点宽度为 0.02 毫米; 发散光阑和接收光阑均用 0.02 毫米; 加大衍射仪半径至 240 毫米; 垂直光阑也缩小至 0.2 毫米以减小垂直发散度. 在这样的参数下, 水平发散度降至  $0.8'$ , 这时 LiF 解理面  $W$  值为  $1'$ , 与双晶谱仪测定值相近.

### 三、结 束 语

分光晶体的质量与分光晶体中的缺陷密切相关. 用 X 射线形貌术可以十分直观地观察亚晶界、双晶、解理裂纹、弯曲等缺陷的状况, 并能定量测定有关参数值, 故对分光晶体的初选很有价值. 用 X 射线双晶谱仪测定  $W, P, R$  值对晶体加工处理过程中控制一定的工艺达到所需

的参数有重要作用. 改变普通衍射仪几何参数以取得近似平行光束的办法作为一般常规测定, 对  $W$  值较大的分光晶体是可行的, 特别是在相对比较时.

中国科学院上海冶金研究所徐景阳同志协助作双晶衍射仪测定, 特此致谢.

### 参 考 文 献

- [1] J. J. Gilman and W. G. Johnston, *J. Appl. Phys.*, **27**(1956), 1018.
- [2] M. Yoshimatsu et al., *J. Phys. Soc. Japan*, **15**(1960), 1760.
- [3] J. B. Newkirk, *J. Appl. Phys.*, **30**(1959), 1748.
- [4] S. J. Burns and W. W. Webb, *Trans. Met. Soc. AIME*, **236**(1966), 1165.
- [5] C. T. Forwood and B. R. Lawn, *Phil. Mag.*, **13**(1966), 595.
- [6] L. S. Birks and R. T. Seal, *J. Appl. Phys.*, **28**(1957), 541.
- [7] 郭常霖, 物理, **9-2** (1980), 123.
- [8] 郭常霖, 物理, **8-5** (1979), 398.

## PLZT 散射模式电光开关

倪冠军 何晓明 张瑜瑛

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

### 一、引 言

近年来对于 PLZT<sub>x</sub>/65/35 透明铁电陶瓷电控双折射的特性及其二次电光效应已进行了广泛的研究, 并利用它已制成了许多有用的电光器件, 如核闪光护目镜、立体观察器和激光光闸等<sup>[1,2]</sup>. 这类开关全是利用材料的克尔效应, 因此其主要部件除了 PLZT 陶瓷片外, 尚需正交的偏振片对. 然而, 利用 PLZT 的电控光散射效应, 同样可以制成各种光闸, 且无需其它附件. PLZT<sub>x</sub>/70/30 陶瓷的某些组成具有反铁电-铁电可逆相变的特性<sup>[3]</sup>, 即这些组成的 PLZT 材料在无外加电场时属于光学上均匀的反铁电相, 而在外电场作用下, 被电诱为铁电

相, 材料呈光散射现象, 从而可制成各种散射模式电光开关. 详细研究这类材料的电控光散射现象及开关性能, 不仅可以提供对 PLZT 材料电诱相变本质的认识, 而且为合理应用这些 PLZT 电光开关提供应用基础. 本文着重介绍 PLZT 7.9/70/30 电诱反铁电-铁电可逆相变的光散射性质和电光开关性质, 以及影响电光开关散射性能的一些因素, 最后在光开关性能测量的基础上提出了其可能的应用方面.

### 二、实 验

#### 1. 试样制备

试验所用的材料组成为  $\text{Pb}_{0.921}\text{La}_{0.079}(\text{Zr}_{0.70}\text{Ti}_{0.30})_{0.96}\text{O}_3$ , 简称 PLZT7.9/70/30. 抛光后试

样的最终尺寸为  $\phi 13 \times 0.3$  毫米,  $\phi 13 \times 0.5$  毫米,  $\phi 13 \times 0.75$  毫米三种规格. 为消除机械应力, 上电极前经  $650^{\circ}\text{C}$  退火半小时, 然后用高频溅射方法在陶瓷片两面溅上氧化锡-锡透明电极, 以制成纵向散射模电光开关. 用真空涂膜和掩膜版的方法, 在样品两面蒸上 Cr-Au 电极, 以制成横向散射模电光开关, 透光狭缝宽为 0.9 毫米左右, 如图 1 所示.

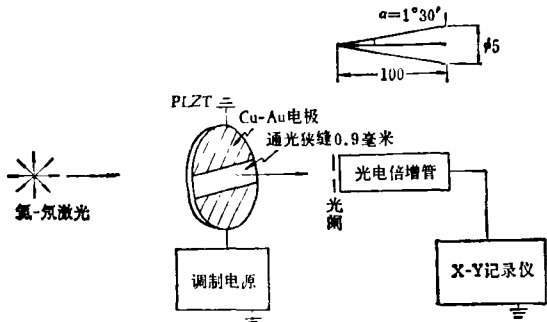


图1 散射性能测试光路图

## 2. 测试光路

实验所用光路及仪器如图 1 所示. 本测量所用的激光光斑直径为 0.5 毫米, 散射光路的张角为  $1^{\circ}30'$ , 事实上, 这是光开关的前向散射特性.

## 三、实验结果

应用上述光路对 PLZT 7.9/70/30 纵向和

横向电光散射开关进行了测量. 发现其电控散射性能与瓷片厚度、使用波长和使用温度有很大的关系. 另外, 我们也测量了光开关的动态性能, 并进行了初步的寿命试验, 结果如下:

### 1. 开关性能和电场的关系

由图 2(a) 和 2(b) 可见, 光开关的透过率和外加电压形成回线关系. 这相应于材料在电场作用下发生了反铁电相-铁电相-反铁电相的电诱可逆相变过程, 并可看到散射效应有较明显的阈值电压. 如当电场为 500—700 伏/毫米时 (随试样而异), 可看到透过率迅速下降. 当除去电压后透过率又恢复至起始值. 这样获得的光开关其开态透过率几乎接近 PLZT 瓷片的透过率 (图 3), 最大对比度纵向模大于 30:1, 横向模为 200:1, 开关电压小于 900 伏/毫米.

### 2. 开关性能与温度的关系

由图 2(a) 和 2(c) 可见, 光开关在  $25^{\circ}\text{C}$  时的透光率电压特性曲线, 对于  $\nu$  轴是对称的, 电压除去后, 可恢复到初始开态透过率, 获得最大开关比. 但当温度降到  $16^{\circ}\text{C}$  时, 由图可见, 当电压除去后, 光开关并不恢复到开态, 而仍保持在关态 (C 点). 这说明 PLZT 7.9/70/30 在该时仍处在铁电相, 而没有回复到反铁电相. 在施加一定的反向电压后, 光开关才能从关态回复到开态 (D 点——低于起始值). 这种开关

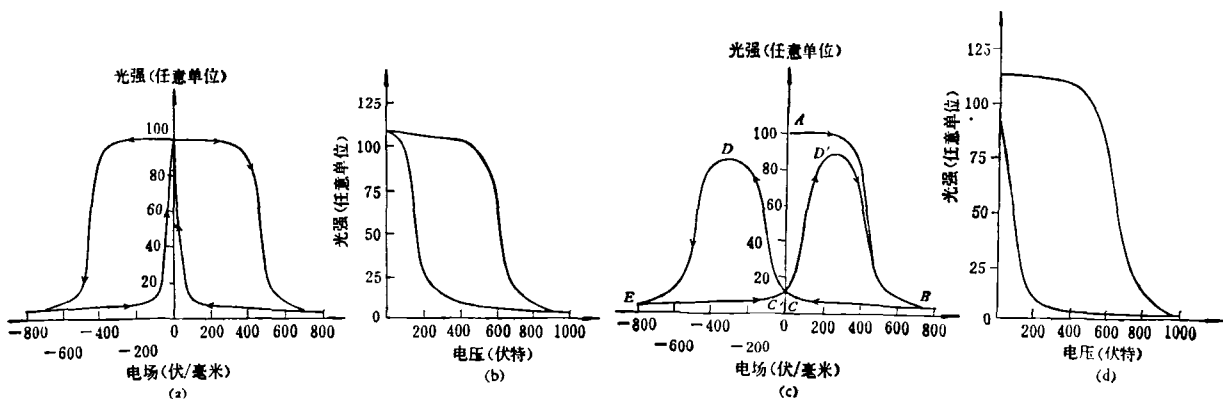


图2 PLZT 7.9/70/30 纵向和横向散射特性(a)  $25^{\circ}\text{C}$  纵向散射; (b)  $25^{\circ}\text{C}$  横向散射; (c)  $16^{\circ}\text{C}$  纵向散射; (d)  $21^{\circ}\text{C}$  横向散射. 实验所用光源波长为 6328 埃. 所用材料尺寸: (a) 和 (c) 0.75 毫米厚; (b) 0.30 毫米厚; (d) 0.75 毫米厚. 透光狭缝 0.9 毫米; (d) 0.75 毫米厚透光狭缝 0.9 毫米

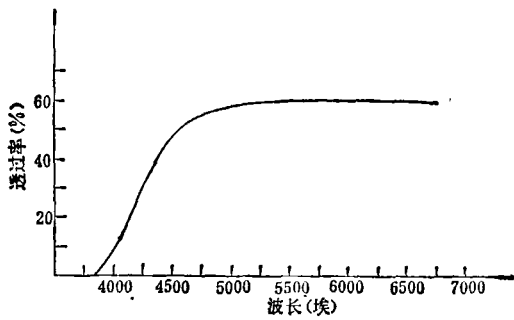


图3 PLZT7.9/70/30 透明瓷片透过率和波长的关系图  
(样品厚 0.5 毫米, 未涂增透膜)

特性实际上反映了在 16°C 时其反铁电-铁电电  
诱相变是不可逆的。

### 3. 开关性能与厚度、波长的关系

图 4 和图 5 分别示出了光开关的最大对比度和瓷片厚度、使用波长的关系。由图可知, 散射模光开关的最大对比度, 随着 PLZT 瓷片厚度的增加而增加, 随着波长的增加而下降。把纵向开关特性与横向开关特性比较一下, 发现横向开关的对比度比同样厚度的纵向开关要来得大, 这说明光沿着极化方向的散射比较弱而垂直于极化方向的散射比较强。

此外, 我们利用电脉冲和光脉冲信号的比

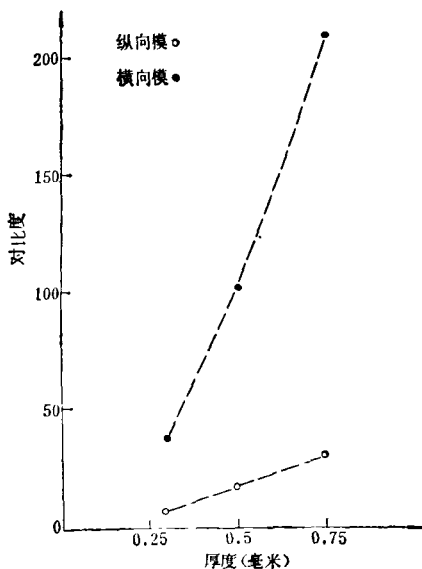


图4 散射模光开关的最大对比度和厚度的关系图  
PLZT 7.9/70/30; 波长 6328 埃; 温度 25°C

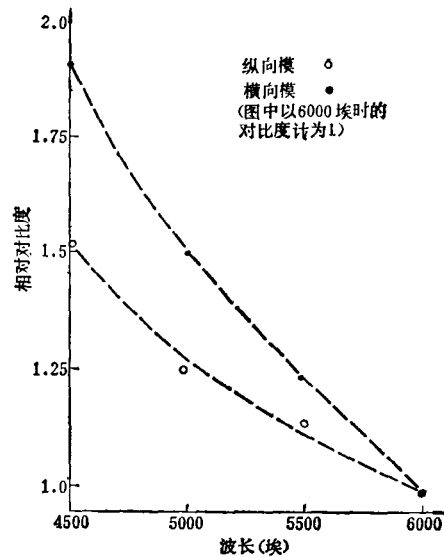


图5 散射模光开关的最大对比度和波长的关系图  
PLZT7.9/70/30; 厚度 0.75 毫米; 温度 25°C

较方法测量了散射模电光开关的开关时间, 得到横向开关时间小于 100 微秒, 并经  $10^7$  个脉冲作用后, 性能不变。而纵向开关由于电容效应, 其开关时间大于 100 微秒。

### 四、讨论和结论

本文所介绍的 PLZT 7.9/70/30 散射模电光开关是利用该材料的电场诱导反铁电-铁电可逆相变特性而制成的。因为反铁电相是可见光的透明相而铁电相是可见光的散射相, 所以可逆相变的完全程度会严重影响光开关的性能(图 2)。为此, 我们测量了 PLZT 7.9/70/30 材料在前呈极化后(极化电场 1000 伏/毫米, 时间 30 分钟)的介电常数与温度的关系曲线以及其电滞回线的温度关系。图 6 和图 7 分别是 PLZT 7.9/70/30 的介电常数和电滞回线温度的关系图。由图可见 PLZT 7.9/70/30 和 PLZT 9/65/35 的电场诱导相变有类似的特征<sup>[4]</sup>。经前呈极化后的 PLZT 7.9/70/30 在 21°C 有一相变峰, 即 21°C 以下为铁电相的稳定区, 21°C 以上为反铁电相的稳定区。但是从图 7 可见, 在 21°C 上下有一两相共存区。这说明在 21°C 以下电场诱导的铁电相, 在电场去掉后为什么不

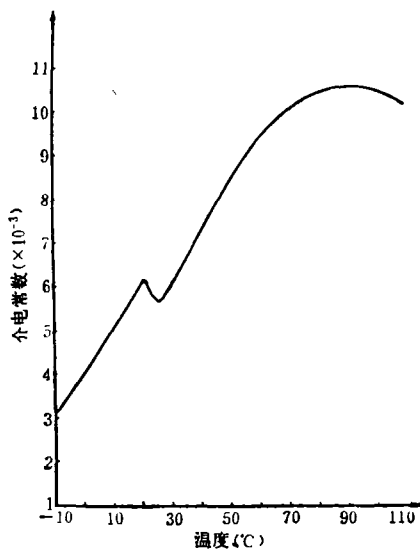


图6 经前呈极化后, PLZT 7.9/70/30 介电常数与温度的关系图

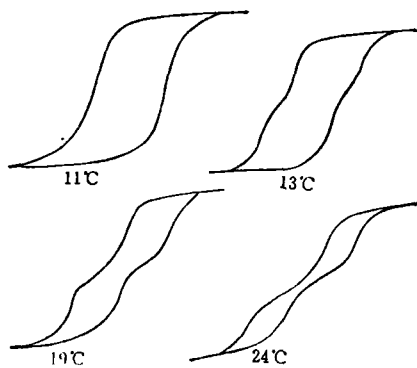


图7 PLZT 7.9/70/30 电滞回线的温度关系图

能恢复到反铁电相,而在 21°C 以上才有可能为

(上接 53 页)

可能是在十八世纪期间在利用一些电的仪器时产生了。克鲁克斯在 1879 年曾抱怨放在他的阴极射线管附近的照相底片出现了模糊阴影; 1890 年, 古德斯皮德 (A. W. Goodspeed) 和詹宁斯 (W. W. Jennings) 在费城注意到在演示克鲁克斯管以后照相底片特别地发黑, 但是, 他们都没有继续进行观察。勒纳德和一些其他的德国物理学家注意到克鲁克斯管附近的荧光, 但是因为他们集中研究阴极射线的性质, 因此, 他们没有去考虑这个奇怪的侧面效应。

### 文 献

(1) 伦琴的出版物目录见 Otto Glasser, Wilhelm Konrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen

可逆的电诱反铁电-铁电相变。所以对这种散射型光开关, 需根据不同的应用要求, 选择不同相变温度的材料。特别要避免由于部分相变而造成的半开关情况, 如图 2(d) 所示。

综上所述, 我们若把散射型电光开关与双折射型的电光开关作一比较, 发现散射型光开关的优点是除结构更为简单外, 光开关的开态透过率几乎等于 PLZT 瓷片的透过率; 而双折射型电光开关的开态透过率要大于 30% 是相当困难的<sup>[1]</sup>。但是, 散射模式电光开关的对比度比双折射模式要低得多, 我们得到的纵向最大值大于 30:1; 横向模为 200:1。在不同的使用场合, 对光开关的要求也不同, 因此, 两者可以取长补短, 互相补充。

选择粗晶、较厚的 PLZT 瓷片和使用较短的波长, 可以得到对比度较好的光开关。根据现有的光开关特性, 我们正在研制平面型散射模光开关, 以期应用于立体 X 光机的立体观察器、扫描阵列开关和显示等方面。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院上海硅酸盐研究所透明铁电陶瓷研究组, 物理, 9-3 (1980), 264.
- [2] J. Thomas Cutchen et al, *Applied Optics*, 14-8 (1975), 1866—1873.
- [3] A. Kumada et al, *Ferroelectrics*, 7-1-4 (1974), 367—369.
- [4] E. T. Keve and Annis, *Ferroelectrics*, 5(1973), 77—89.

(Berlin, 1931; 2nd ed., 1959); 英文目录见 Wilhelm Konrad Röntgen and the History of the Roentgen Rays (London, 1933)。这本书列了伦琴的约 36 本著作和文章, 列在 1896 年发表的论 X 射线的上千本书和小册子。

- (2) 在雷姆沙伊德的德国伦琴博物馆里, 有伦琴的私人财产、图书、幻灯片、私人通信和关于他的录音磁带回忆录。
- (3) W. Robert Nitske, *The Life of Wilhelm Konrad Röntgen, Discoverer of the X Ray* (Tucson, 1971)。此书虽是一本有趣的通俗传记, 但它有包括关于发现史的论文在内的 6 页的文献。  
(戴念祖译自 *Dictionary of Scientific Biography*, 作者 G. L' E. Turner, 纽约, 1975 年版, 第 11 卷, 529—531 页)。