

图 5

(a) 牵引法铸态样品背部 ×100 倍;

(b) 喷射法铸态样品背部 ×100 倍

的条件下,改变喷口距辊面的位置,带厚随喷口与辊面间距离增加而增加(见图 4)。

(4) 应用牵引技术的铸造样品,由于周围气体卷入少,使与辊接触面仅有微小气泡卷入而呈光洁。图 5 示样品背部通过扫描金相放大 100 倍检测结果。

最后,比较铸造样品 ( $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ ) 的磁性能和硬度(见表 1)。由表看出,牵引技术制取的试样磁性能优良,矫顽力低,磁感应值高,硬度也高,同时也获得尺寸均匀、表面光洁的薄

带。

### 参 考 文 献

- [1] T. R. Anthony, *J. Appl. Phys.*, 49-2(1978), 829.
- [2] H. Hillman and H. R. Hilgrnger, *Rapidly Quenched Metals III*, Vol. 1, B. Cantor, The Metals Society (1978), 22.
- [3] H. H. Liebermann, *IEEE Transactions on magnetics MAG-15-6* (1979), 1393.
- [4] John, L. Walter, *Rapidly Quenched Metals III*, Vol. 1, B. Cantor, The Metals Society (1978), 30.
- [5] M. C. Narasimhom, U. S. Pat. 4142571.

## 静电场中的 $\alpha\text{-LiIO}_3$ 单晶沟道效应实验

孙相富 李祖玉 王大延 顾红梅

(中国科学院近代物理研究所)

温良弼 郭华聪 郝士琢 何福庆 彭秀峰

(四川 大学)

1980 年 10 月 28 日收到

自从杨楨等发现在静电场中  $\alpha\text{-LiIO}_3$  单晶的中子衍射<sup>[1]</sup>有异常现象以来,我国科学工作者对  $\alpha\text{-LiIO}_3$  相继进行了在静电场作用下的介电常数<sup>[2]</sup>、光的衍射<sup>[3]</sup>、X 射线衍射<sup>[4]</sup>等方面的研究,都发现了不同程度的异常现象<sup>[5]</sup>。理论工作者也进行了相应的研究。目前倾向性的看法是,认为这种异常现象是在静电场作用下,由于空间电荷在生长层边缘或其它宏观缺陷附近富集的结果。这种富集会造晶体局部晶格常数

变化和晶格原子的位置移动。如果我们来观测带电离子束在该晶体中的沟道效应,则这种晶格原子的位置移动将改变晶格原子与沿晶轴方向入射的带电离子之间的相互作用势的分布。若这种改变足够大,则测得的沟道坑形状会有所变化。根据这种变化,可对静电场中晶体的晶格原子位置的移动作出判断。所以,我们对  $\alpha\text{-LiIO}_3$  晶体的沟道效应进行了初步研究。

## 一、实验装置

实验是在四川大学的静电加速器上进行的。质子束能量为 1.2MeV, 准直后束流分散角小于  $0.1^\circ$ 。实验用的单晶靶被固定在一个用步进电机数字控制的三维转动靶架上(图 1), 其转角精度约  $0.02^\circ$ 。

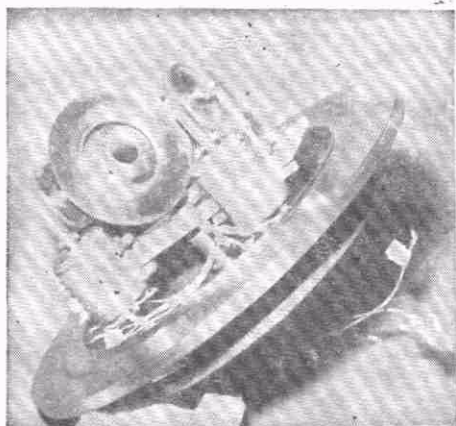


图 1 三维靶架照片

用半导体探测器测得在铝箔上的散射质子谱, 通过单道分析器量出峰的计数作为相对束流值。束流在靶子上的背散射谱是用一个置于与束流方向成  $160^\circ$  角的半导体探测器和 256 道分析器进行测量。为了确定实验系统的可靠性和静电场对带电离子在晶体中运动方向的影响, 我们做了如下实验:

### 1. Si 单晶的实验

首先进行了标准的单晶硅的沟道效应实验, 结果如图 2 所示。让靶子自转  $360^\circ$ , 用 Anderscn 法<sup>[6]</sup>很方便地定出了晶轴, 证明实验

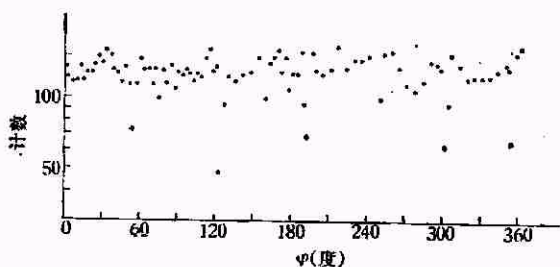


图 2 单晶硅靶自转  $360^\circ$  测得的计数分布, 靶面法线近似为  $\langle 111 \rangle$

系统是可行的。

### 2. NaCl 单晶的实验

沟道效应是研究在晶体中运动的带电粒子的方向效应。由于是带电粒子, 所以在静电场中其运动方向会受到影响。但我们可以预料, 对于高速 ( $\sim 1.5 \times 10^9$  厘米/秒)、短程(几十微米)的质子轨迹, 在如此低的电场强度(数十伏至数百伏/厘米)情况下, 可能不会给沟道效应带来明显影响。因此, 我们选用实验已经证明加了静电场未见中子衍射有异常的晶体 NaCl<sup>[3]</sup>, 观测了在静电场中的沟道效应。我们采用逐次逼近法来确定晶轴, 在把新劈开的 NaCl 晶体的  $\langle 100 \rangle$  晶轴与束流对准以后, 分别测量了不加电压和加 50 伏、300 伏直流电压等情况下的沟道背散射能谱, 如图 3 所示。

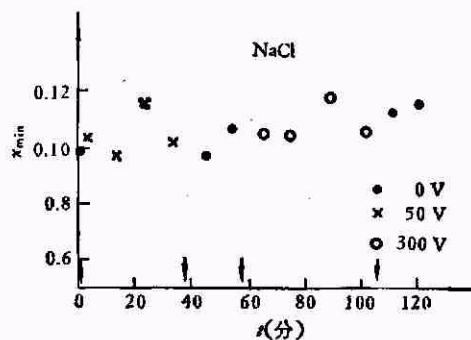


图 3 在不同电压、不同时间条件下测得的 NaCl  $\langle 100 \rangle$  沟道坑极小产额的比较 (箭头所指的时间为加上或撤去电压的时间)

由图可以看出, 它们的极小产额最大相差不超过 2%, 与其平均值相差均小于 1%, 而且高低变化完全是随机的。证明了所加静电场对沟道效应没有产生可观的影响。

## 二、实验测量

### 1. 晶体试样的准备

沟道效应实验要求靶子为良好的单晶体, 表面为清洁完好的原子面, 没有覆盖的无序层及损伤层。因此, 在实验前我们用蒸馏水将晶体表面溶去一层, 并迅速用无水酒精充分冲洗, 除去表面的水和溶质, 使其呈现出新的干净的

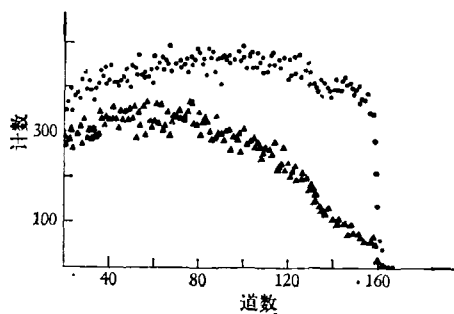


图4 1.2MeV 质子在  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 晶体上的背散射随机谱(●)和沿 y 方向沟道谱(▲)

原子面。

## 2. $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 沟道坑的测量

实验中用逐次逼近法来对准晶轴,使质子沿不同方向入射。我们对三块不同的样品进行了实验。其中一块<sup>1)</sup>,中子衍射增强效应较明显, $z$ 向为14mm;另外两块<sup>2)</sup>, $z$ 向为8mm。这三块样品都得到了与图6相同的结果。

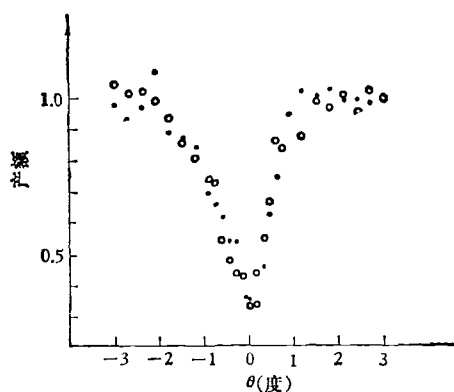


图5 1.2MeV 质子沿  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 单晶 y 方向入射时的沟道坑(●)和加 300 伏电压时的沟道坑(○)

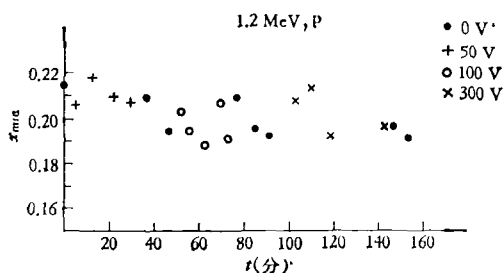


图6 1.2MeV 质子沿  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 单晶 x 方向的沟道坑与所加电压和时间的关系

从图中可以看出:(1)极小产额变化的最大幅度不超过3%,与平均值的最大偏离小于

1.5%;(2)它们的起伏随所加电压和时间的变化是完全无规律的;(3)加电压后极小产额的涨落幅度与不加电压时基本相同。施加反向电压,得到相同结果。沟道坑的形状在  $z$  向加300伏电压和不加电压时相一致。

## 三、结果的简单分析

由于带电离子在靶原子上的卢瑟福散射截面与靶的原子序数的平方成比例,所以散射谱主要来自 I 离子的贡献。O 离子的贡献尚可显示出来,但 Li 离子的贡献则完全看不出来了。按照一般散射粒子的能量公式对能谱进行分析,可以看出在散射能谱上 125 道以上的计数全部为表面层附近的 I 离子的贡献。由于对样品进行了处理,可以认为表面附近的晶体状态与内部相同。因此,可以通过对能谱高于 125 道的部分进行分析,以研究晶体中 I 离子的移动情况。实验发现,在 135—155 道之间的实验点近似成一直线排列,用最小二乘法处理,其斜率代表了沟道离子在晶体中退道的快慢程度。这种退道又是由晶体中隙位原子浓度及晶格原子的位移决定的,斜率的明显变化表示晶格原子有移动。

在没有加静电场的正常情况下,晶格原子是在晶格位置附近作热振动,其振幅是高斯分布。这种振动使晶格原子对极小产额的总贡献为  $3\pi Nd\rho^2$ <sup>[7]</sup>,其中  $\rho^2$  是热振动的均方振幅,  $N$  是晶体原子密度,  $d$  是晶轴上的原子间距。此外,由于质子在晶体内的多次散射等也可造成对极小产额的贡献  $x_1$ 。所以测量的极小产额  $x_{\min}$  可以表示为

$$x_{\min} = 3\pi Nd\rho^2 + x_1.$$

当给晶体加了静电场以后,由于  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 是 Li<sup>+</sup>离子导电<sup>[2]</sup>,Li<sup>+</sup>离子很易移动而产生 Li 空位。再加上杂质原子在缺陷处的富集,有可能使局部晶格原子受到应力而产生位移。如果假

1) 由中国科学院原子能研究所提供。

2) 由四川大学物理系提供。

设这种移动使得 I 离子的平均分布可用其位移  $r$  的指数衰减函数

$$f(r) = \left(\frac{1}{\bar{r}}\right)e^{-r/\bar{r}}$$

来表示, 其中  $\bar{r}$  是平均位移. 已知在位移  $r$  上的原子对极小产额的贡献是  $C_1\pi Nd r^2$ , 所以由于这种位移而产生的总贡献是

$$x_{\min}(\bar{r}) = \int_0^{\infty} C_1\pi Nd r^2 f(r) dr \\ = 2C_1\pi Nd \bar{r}^2,$$

其中  $C_1 = 1.3 \pm 0.2$ . 如果认为在加了静电场以后晶体的热振动、多次散射、表面状态等都没有变化, 则加了电压以后的极小产额就应表示为

$$x'_{\min} = x_{\min} + 2C_1\pi Nd \bar{r}^2.$$

所以在加与不加电压两种情况下, I 离子对极小产额的贡献之差为

$$\Delta x_{\min} = x'_{\min} - x_{\min} = 2C_1\pi Nd \bar{r}^2.$$

实验测得的极小产额与平均值最大相差 1.5%. 若把  $\Delta x_{\min} = 1.5\%$  代入上式, 则可求出  $\bar{r}$  为 0.15 埃. 由于测得的极小产额起伏完全是随机的, 与有无施加静电场和施加多强的静电场无关, 所以它属于实验偏差.

从实验结果可以看出, 在我们的实验条件下, 静电场没有使  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 晶体的 I 离子产生

位移; 或者位移平均值小于 0.15 埃, 其影响在误差范围内显示不出来. 根据实验情况, 我们认为更可能的是前者.

因为粒子在 Li 上的散射截面比在 I 上要小 300 多倍, 实验中未能观测到 Li 离子在晶体内的移动情况. 但为了研究  $\alpha$ -LiIO<sub>3</sub> 在静电场中的异常行为, 直接观测 Li<sup>+</sup> 离子的移动情况比观测 I 离子更好、更明显. 要做到这一点, 背散射技术已不适用了, 需采用核反应, 例如用 2MeV 左右的 D 离子做 Li<sup>7</sup>(D, 2 $\alpha$ ) 反应, 测量  $\alpha$  产额做上述实验.

在确定这项工作得到戴光曦同志的热情指导和杨楨同志的大力支持和鼓励. 在实验过程中四川大学物理系陈观雄和银淑君老师给予了积极有效的帮助, 在此一并表示感谢.

### 参 考 文 献

- [1] 杨楨、程玉芬、牛世文、李荫远, 物理学报, **24**(1975), 6.
- [2] 朱镛、张道范、成希敏, 物理学报, **26**(1977), 115.
- [3] 顾本源、毛镇道、成希敏、谢安云, 物理学报, **26**(1977), 293.
- [4] 梁敬魁、易孙圣, 物理学报, **27**(1978), 126.
- [5] 许政一、李永津、李荫远, 物理, **8**(1979), 9.
- [6] J. V. Andersen, *Nucl. Instr. Meth.*, **38**(1965), 210.
- [7] W. M. Gibson, *Ann. Rev. Nucl. Sci.*, **25** (1975), 465.

## 列阵电容氮分子激光器

张治国 罗正纪 韩全生

(中国科学院物理研究所)

1980 年 10 月 3 日收到

氮分子激光器作为强紫外光源, 已经在很多领域得到应用. 其中之一是做染料激光器的泵源, 因为其输出波长短, 价格便宜, 已被广泛采用. Blumlein 型氮分子激光器多数采用占很大面积的平板传输线结构, 人们为减小激光器尺寸和提高其电器性能, 曾采取了诸如叠层结构、卷筒结构、浸油结构等不少有益措施. 但随

物理

之也带来了制造工艺复杂, 维修麻烦和激光器重量加大等缺点. 更重要的是, 这些措施并没有根本克服它的短处. 我们在 Blumlein 型电路里, 用市售瓷介电容作为储能元件, 将其排列成紧密的列阵结构. 通过降低回路电感和引入预电离装置等措施, 研制成体积小、重量轻、制作简单、维修方便、稳定可靠、易于推广的列阵