

表 3 测中子通量最后一次校对实验结果

入射氘束能量 E_d , MeV	望远镜/伴随粒子	校对次数	平均值标准偏差, $\pm\%$
250	1.028	13	1.3
300	1.015	10	0.8
200	1.018	3	1.8

次校对实验的结果列于表 3 中。

上述结果表明两种方法比较虽然在误差范围内是一致的, 但望远镜测得的中子通量平均结果稍高于伴随粒子的结果, 这可能是因为伴随粒子方法探测的是竞争反应的粒子, 要采用两个反应的角分布和截面比, 误差比较大, 因而存在一定的系统误差; 也可能是由于氘束打在靶片外的管道上或光阑上, 与原吸附在其上的氘粒子产生 $D(d, n)$ 中子被望远镜记录, 而不被伴随粒子所记录的缘故。因此在使用加速器时必须严格控制条件, 使氘束尽可能打在靶片上。

参 考 文 献

- [1] 李际周等, 原子能科学技术, 1, 100(1977)。
 [2] 中国科学院原子能研究所快中子激发曲线组编, 加速器单能中子源常用数据手册, 218 页, 内部资料, 1976 年。
 [3] R. B. Theus et al., *Nuclear Physics*, 80, 273 (1966)。

(编辑部收到日期: 1980 年 3 月 12 日)

氯化银固体径迹探测器的试制

赵裕民 刘咏莲

自从发现掺杂氯化银单晶片可以记录带电粒子后, 二十年来国外一些实验室对它进行了一系列的研究^[1,2,3]。它的基本特性是:

1. 可记录带电粒子 其灵敏度与所掺杂质的种类和数量有关。目前, 以掺 5000 ppm 镭离子灵敏度最高, 对质子灵敏阈约为 30 MeV。

2. 潜影衰退及稳定 受带电粒子照射后在粒子的路径上形成潜影, 如不及时稳住, 潜影会自行消失, 此衰退的时间与粒子的种类及单晶片的制造工艺有关, 约几分钟到几个小时不等。

如在粒子照射的同时或粒子照射后立即用黄光照射晶片, 就能把潜影稳住, 甚至半年以上时间也不致衰退(用 0.1 W 小灯泡就足够了)。

这就是氯化银探测器的“开关特性”, 是现有固体径迹探测器中唯一能开关的。

3. 显影 用紫外光照射就能使潜影显现出来。所需总光量约 10^{18} 光子/cm², 相当于正常日光下照射数秒钟。用 4100 Å 的近紫外光是很合适的。

4. 受 γ 射线的影响小 γ 射线能使潜影衰退, 衰退程度与 γ 射线能量及粒子种类有关。对于 α 粒子径迹, γ 射线剂量超过 200 R 以上才会使潜影密度下降。此值远远超过核

乳胶所允许的 γ 剂量值。

5. 空间分辨率高 约 0.3μ 。

值得注意的是：全部过程都是干法处理，从不沾湿，也无收缩，显影用 4100 \AA 紫外光的光量子约为 3 eV 还不致破坏生物细胞，结合上述的种种特点，而使之很适用于生物学及核物理等方面的工作。

关于氯化银单晶片的制造，文献中有很多叙述^[4,5,6]，结合现有的实际条件，本工作采用市售的超纯氯化银(纯度 99.99%)为原材料而不再提纯。氯化银是感光材料，所以整个过程都应避光操作，但远不如核乳胶所要求的那么严格。

掺杂 氯化银和氯化镉按比例(按重量，镉含量 5000 ppm)称好放在烧杯里，逐步加入浓氨水，氨水尽量少加，待氯化银全部溶解后(氯化镉极易溶于水)置于电炉上急热使氨水尽快蒸发。由于氯化镉极易溶于水(每 100 ml 水可溶 140 g 氯化镉)，含量又少，为使掺杂均匀就必须从头至尾加强搅拌，尤其是在将近蒸发干时更得注意搅拌。干燥后氯化银呈很细的粉末状。这一过程在通风橱中进行。

熔化 掺好杂的氯化银粉末平铺在石英舟里再放进卧式石英管炉内(见图 1)。通入高纯氩气，然后逐渐加热到约 700°C ，保持约 10 分钟，移开炉子，石英管外用水急冷。凉后，取出石英舟，用蒸馏水煮即可取出氯化银锭，这时氯化银是多晶。

石英舟在炉管内要略微倾斜一角度，这样就能使一些浮渣浮于一端而另一端的氯化银就比较纯净。

生长单晶 图 1 是设备的示意图，炉子全长 40 cm，只在左端 16 cm 范围内绕电炉丝，右端的 24 cm 不绕。石英管炉腔贯穿其中，炉子置于轨道车上，由电机拖动，车速在 $0.1\text{--}1.5\text{ cm/min}$ 之间连续可调。由于掺 5000 ppm 镉是远远超过其常温下的溶解度的，所以为防止析出镉离子而需较快的生长速度。

选一块氯化银多晶夹在两云母片中，再夹在两石英片中，放在支架上，支架再放到石英管炉腔内的适当位置上。起始，炉子在最左端，样品处在炉外，管内通氩气，约十分钟后，炉子由电机带动向右移，直到样品处于炉内最高温度的地方，停留 10 分钟，电机带动炉子向左移。当样品处于约 200°C 时，立即取出投入蒸馏水内，氯化银单晶片与云母片即自

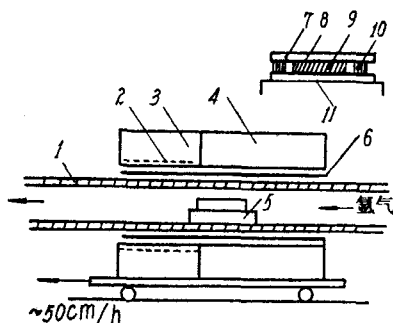


图 1 生长薄片单晶的设备示意图
1—石英管；2—电炉丝；3—石棉粉；
4—只填石棉粉，不绕电阻丝的部分；5—
样品及支架，详见上图；6—紫铜管；7—
石英片(上、下各一片)；8—云母垫片(上下
各一片)；9—氯化银；10—云母条(左右
各一条)，用以定氯化银厚度；11—支架。

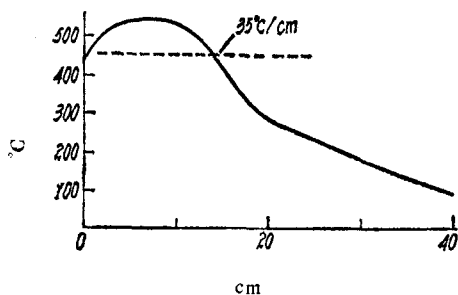


图 2 炉内温度分布曲线

行脱离开。晾干即得成品。

炉子的温度分布见图 2。

多晶块夹在云母片中的左侧，拉晶过程中多晶熔化后就蔓延开来，厚度由两端的垫片来定，约在 120—200 μ 之间。最后，在左侧原多晶块的位置上会留有一些渣子。单晶呈半透明状，右侧可得较大面积透明的单晶片，面积大约 2.5 cm \times 3 cm。

对我们的成品用带电粒子进行了初步的试验，用了天然铀 α 粒子和 ^{241}Am α 粒子，氘-氘和氘-氘中子的反冲质子进行照射。图 3 是氘-氘中子的反冲质子的径迹（部分），图 4 是 ^{241}Am α 粒子径迹。另外，用氘的 β 粒子照射能使晶体变黑，即对低能 β 灵敏。

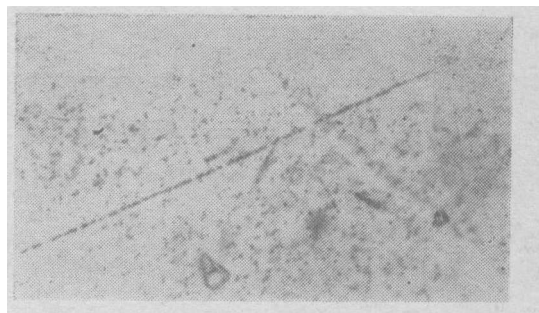


图 3 D-T 中子反冲质子径迹
3000 倍，部分；图 3-5 制图版时每边已缩去 1/3。



图 4 ^{241}Am α 粒子径迹
 $E \approx 5.5$ MeV, 3000 倍。

图 5 滚压后成为灵敏单晶片的径迹
 ^{241}Am α 粒子, 3000 倍。

此外尚有如下一些特点：

1. 先用稀盐酸浸泡一下再使用可减少晶体表面的雾点。
2. 将晶片用玻璃棒滚压，增加晶体表面的形变，能增加灵敏度和均匀性。对一些不灵敏的晶片，经带电粒子照射和显影后没有径迹，但经玻璃棒滚压后能变成灵敏的，再经粒子照射和显影后径迹完全正常，见图 5。

本工作是探索性的，设备极简陋，样品也不多，对性能的检测做得很少。上述工艺也仅仅是对带电粒子灵敏而论，对其它各种特性尚待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] J. U. Schott, E. Schopper & G. Henig et al., Nuclear photography and Solid State Track Detectors, Proc. 8th Intern. Conf., Bucharest, p. 350—393, 1972.
- [2] G. Haase, E. Schopper, F. Granzer, Solid State Nuclear Track Detectors, Proc. 9th Intern. Conf., Neuherberg/Munchen, p. 199—254, 1976.
- [3] Th. Wendnagel, E. Schopper & F. Granzer, Solid State Nuclear Track Detectors, Proc. 10th Intern. Conf., Lyon, 1980, p. 147.
- [4] J. J. Gilman, The Art and Science of Growing Crystals, 1963.
- [5] F. Zoglebel et al., Z. Angew. Physik, 30, 316 (1970).
- [6] F. Moser et al., J. Appl. Phys., 32, 48 (1961).

(编辑部收到日期：1981年4月24日)