

研 究 简 报

编者按: 在这里,我们发表一篇旧的报告.报告的作者们在 1960—1961 年间进行实验时,发现了一个当时没有见诸报道的新现象:高频压电振荡可以导致石英单晶的中子衍射强度显著增大.他们当时对这一现象本身和其有关的性能进行了测定,并在 1963 年原子能研究所学术报告会上作了介绍.但是由于当时作者和有关方面对这一发现都未给予足够的重视,没有将此工作进一步开展下去,也没有将结果送有关刊物发表.1966 年以后,国外陆续出现了类似的报导(见作者所附文献[1—10]),并且对此现象进行了相当多的理论探讨,目前已得出比较合理的解释^[11—13],而我们早期的发现,却因为当时未给予适当的重视,没有及时报导,使得它无论在实验和理论方面都未能得到进一步开展,这种情况是值得我们吸取教训的,今后应该力求避免.文章仍按当时的原文发表,仅在文末请作者增加了 1966 年以后国外发表的有关资料和报道.

1960—1961 年观察到的压电振荡对石英单晶片进行中子衍射的影响

杨 楨 张焕桥 周友朴

(中国科学院原子能研究所)

在 1960—1961 年间,我们在试验各种晶体在不同物理条件下对衍射可能造成的影响时,测试了石英单晶在压电振荡下对中子衍射的作用.由于石英本身是一个良好的压电振荡器,它又常被用于中子晶体谱仪上作为获得单色束的衍射晶体,因而观察压电振荡石英单晶对中子衍射的效应比较容易.下面是一些实验的情况和结果.

设备 主要的实验是在原子能研究所一号晶体谱仪^[14]上进行的.此后为了试验对单色入射束的效应,又在中子衍射仪^[15]上作了一些测量.所用石英单晶的大小为 $72 \times 55 \times 5\text{mm}$ 施加电压的电极为两片铝箔,用有机胶粘在晶体两侧,用讯号发生器测得它在 370, 490 及 600kc 附近均有共振,振荡线路(图 1)是按共振最强的 370kc 设计的,输送到晶体上的功率最大约 15W,用屏流表监视.超声振荡的机械效应很明显,例如可以通过油介将油-水混合物乳化.

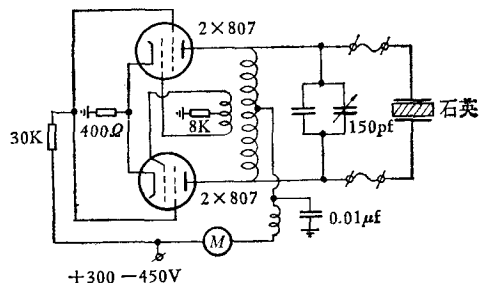


图 1 晶体振荡器线路

实验 石英单晶底端 $\sim 10\text{mm}$ 用铜片夹持固定在谱仪的晶体台上,衍射是通过 (3,1,

4, 0) 面的穿透式几何。探测器为通常的浓缩硼 BF_3 正比计数管。此时如果在石英上加以谐振电压, 立即可以看到中子脉冲计数显著增加, 表明衍射束平均强度增大。其增大的程度随振荡功率和衍射中子能量而异, 在我们所用的设备上, 最高曾达到约六倍的增强。由于大功率振荡导致石英发热和振荡不稳定, 因而一般的实验保持输出功率在 10W 以下、增大倍数约 2—3 倍的情况下进行。

关于这一现象, 当时我们没有看到国内外有类似的报道, 所以我们进行了尽可能慎重的假象判断, 检验了振荡器、超声波等因素对探测器和线路的影响, 并用载硼核乳胶代替

BF_3 正比计数管进行了鉴定, 所有的测量都表明增大的确为衍射中子束, 不是干扰或其他效应。

为了进一步探索衍射束增强的原因及增强后中子束的性质, 还进行了以下的测定:

1. 增大比例和石英振荡功率的关系

测定了在同一衍射中子能量时, 在两个频率¹⁾上中子增强比例和输出功率的关系, 结果大体上呈一直线(图 2)。

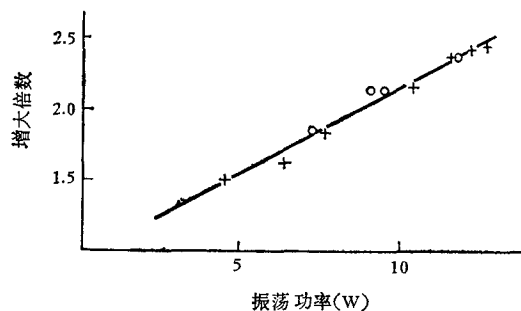


图 2 晶体振荡功率与中子束增大倍数的关系
○——409kc; +——410kc

2. 增大比例和衍射中子能量的关系 测定了在同一振荡功率下不同能量衍射中子束增强的比例。测量的范围为 0.05—10eV, 所得结果如图 3 所示。衍射束强度增大的倍数大体上随着衍射中子能量增大而下降, 但在 $E_n < 0.25\text{eV}$ 的区域内变化较小。

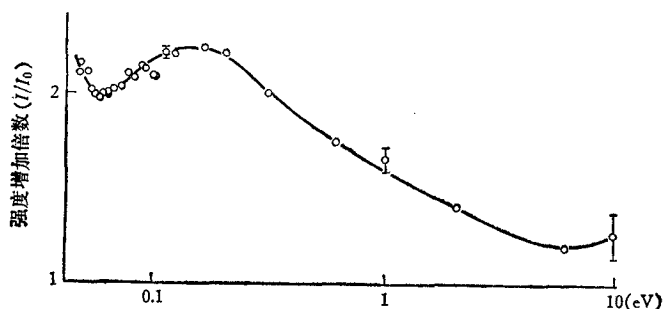


图 3 在恒定振荡功率下衍射中子平均强度变化与中子能量的关系

3. 摇动曲线半宽度 为判断衍射束增强是否由于晶体嵌镶结构变化引起, 在几个不同能量 (0.06, 0.1 和 0.6eV) 上作了晶体摇动曲线的测量, 得出振荡与非振荡相应的半宽度相同(图 4)。

4. 布喇格衍射本底强度的测定 布喇格衍射本底主要是中子在晶体上的非相干散射所引起。为观察在布喇格方向上衍射中子增强的同时非相干本底有无变化, 在每个布喇格角位置将晶体偏离原布喇格角 2° , 测量本底计数, 结果表明非相干散射的本底强度在

1) 在 370kc 附近有几个共振点。

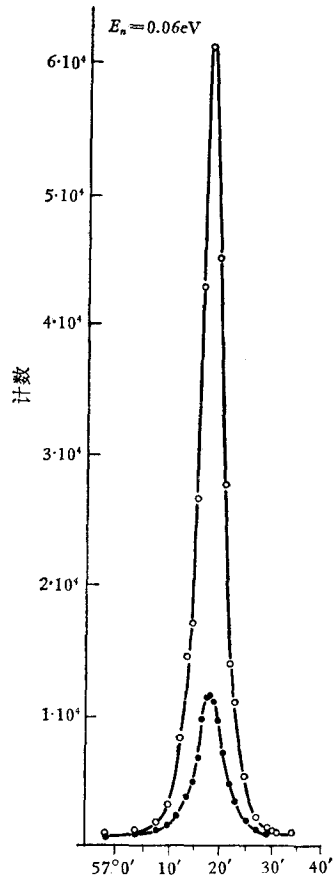


图 4 $E_n = 0.06\text{eV}$ 处摇动曲线
●——未振；○——振

统计范围内无变化。

5. 作为对衍射中子束能量宽度变化的初步检验,用增强的衍射束测定了铑在 1.25eV 附近的共振峰 测得的结果与用未振荡石英为单色器时测得者相同(图5),表明增强中子束的能散度不超过非振荡情况下仪器的能量分辨范围。

6. 1961 年,又在中子衍射仪上作了简单的测试 用氯化钠晶体作单色器,提供能量为 0.073eV、散开角约为 15° 的准直中子束,入射在压电振荡石英单晶上。由于衍射仪系单轴谱仪构成^[15],氯化钠单晶只能取一个固定位置,所以只测定了入射中子能量为 0.073eV 的石英单晶的衍射曲线,并在它的峰顶和两侧分别测定了相应的石英晶体摇动曲线。除了同样得到摇动曲线半宽度不变的结果外,还观察到峰的位置有些移动(图 6)。

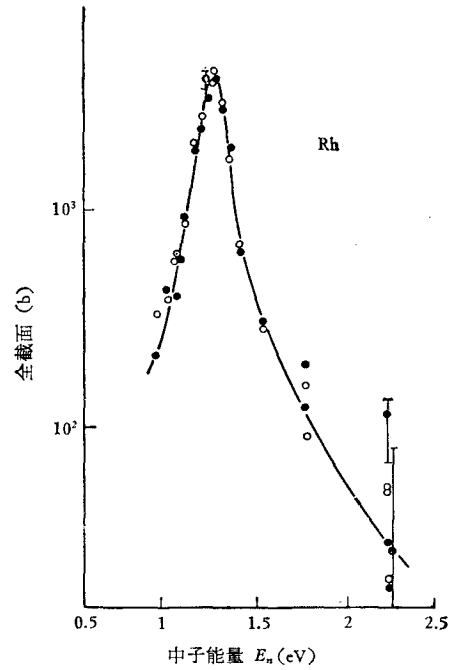


图 5 用振(○)及未振(●)石英为单色器所测定的 Rh 全截面

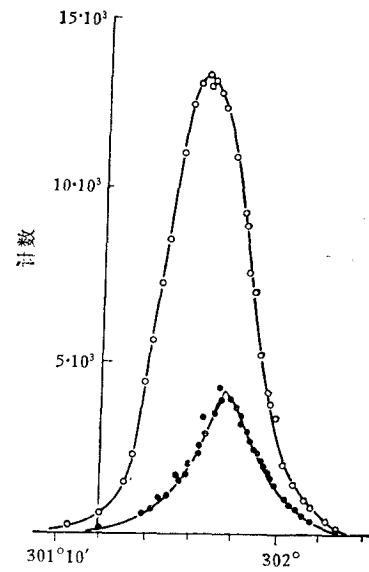


图 6 用 NaCl 单晶为单色器,石英为分析器测得的一个衍射峰
●——未振；○——振

此外,在试验过程中也测试了石英在直流电场($\sim 3000\text{V/cm}$)及交流低频电场($\sim 2000\text{V/cm}$, 50c)以及氯化钠单晶在相应的直流电场下进行衍射的情况。结果观察到中子平均强度在统计误差范围内没有变化,表明衍射束的增强不是由于散射体的极化效应。

参 考 文 献

- [1] T. F. Parkison, M. W. Moyer, *Nature*, **211** (1966), 400.
- [2] V. Petrzilka, *Czech. J. Phys.*, **16** (1966), 458.
- [3] A. G. Klein *et al.*, *Appl. Phys. Letters*, **10** (1967), 293.
- [4] M. W. Moyer *et al.*, *Nucl. Instr. and Methods*, **53** (1967), 299.
- [5] B. Chalupa *et al.*, *J. Phys. Stat. Sol.*, **29** (1968), K51.
- [6] B. Chalupa *et al.*, *Nucl. Instr. and Methods*, **67** (1969), 357.
- [7] R. Michalec *et al.*, *Phys. Letters*, **28A** (1969), 546.
- [8] R. Michalec *et al.*, *J. Phys. Stat. Sol.*, **31** (1969), K95.
- [9] J. Zelenka *et al.*, *Brit J. Appl. Phys.*, **2** (1969), 1041.
- [10] R. Michelec *et al.*, *Acta Cryst.*, **A27** (1971), 399.
- [11] V. Petrzilka, *Czech. J. Phys.*, **18** (1968), 1111, *Nature*, **218** (1968), 80.
- [12] R. W. Englehart *et al.*, *Amer. Nucl. Soc. Trans.*, **12** (1969), 520.
- [13] B. Buras *et al.*, *Phys. Stat. Sol.*, (a) **9** (1972), 423.
- [14] 张焕乔, *物理学报*, **19** (1963), 477.
- [15] 安万寿等, *物理学报*, **17** (1961), 222.

STUDIES CONDUCTED DURING 1960—61 ON THE INCREASE OF NEUTRON DIFFRACTION INTENSITY IN VIBRATING QUARTZ PLATES

YANG CHENG CHANG HWAN-CHIAO CHOU YOU-PU