

# 反射法测量晶体的半波延迟电压

黄祥金 黄亦好 熊克明

(中国科学院福建物质结构研究所)

**摘要:** 本文简述了反射镜对偏振光的影响。用反射法解决了双折射现象引起的单光程法无法测量单一晶片的半波延迟电压的难题。

## The measurement of the half-wave retardation voltage in crystals by reflective method

Huang Xiangjin, Huang Yihao, Xiong Keming

(Fujian Institute of Material Structure, Academia Sinica)

**Abstract:** The effect of the mirror on the polarized light is briefly described. The difficulty that the half-wave delay voltage in a crystal sheet can not be measured by the single optical-path method in the presence of birefringence phenomenon, which can be solved by using the reflective method.

### 一、前 言

对于产生双折射现象的晶片, 由于晶片中的 $o$ 光和 $e$ 光离开出射端面后是二束互相平行的光, 因此采用光一次通过晶片(称单光程法)就无法测量单一晶片的半波延迟电压。此外, 由于晶片的半波延迟电压通常都较高, 因此, 精确测量电压比较困难, 晶片的耐压问题也较突出。我们采用了反射法。

### 二、原理和测量装置

最简单的反射镜是平板玻璃, 可以用菲涅耳公式计算它的反射光的偏振状态。值得一提的是, 对入射光和反射光要用不同的坐标正方向<sup>[1]</sup>。只有这样, 才能解释洛埃实验、半波损失和微小的旋光现象。否则就会像C.Θ.福里斯那样得出错误的结论<sup>[2]</sup>。Shurcliff指出, 右旋圆偏振光垂直地打在抛光的玻璃片(或金属面)上, 反射光就是左旋圆偏振光<sup>[3]</sup>。他描

述入射光和反射光所用的坐标正方向作了相应的变化。

关于反射镜对偏振光的影响，我们也做了实验。我们使偏振片产生的线偏振光打在反射镜上，用另一片偏振片检验反射光的线偏振程度和振动方向。实验发现，当入射角甚小时，无论入射光的振动方向与入射面的夹角度数如何，反射光仍然是线偏振光，其振动方向与入射光的完全相同。当入射角较大且入射光的振动方向不平行（或垂直）于入射面时，玻璃片的反射光仍然是线偏振光，但振动方向与入射光的就有微小的差别，即微小的旋光。旋光的度数可由菲涅耳公式求得。而从多层介质膜片或铝膜片反射的光就不是线偏振光。

从上述可知，当入射角甚小时，可以不考虑光的传播方向正负号问题并用统一的方位角正方向。

由于晶片中e光偏折方向与晶体光轴倾斜方向有关〔4〕，透过晶片的二束平行光经过反射后再次透过晶片就完全合拢为一束相干光。

反射法测量晶片的半波延迟电压是在使全反射镜的入射角甚小的情况下进行的。其光路图及等效光路图分别见图1和图2。

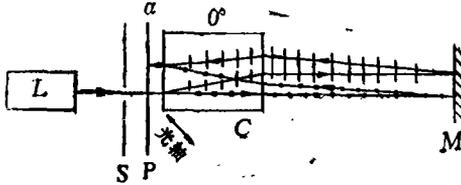


图1 反射法光路图

L—6328 Å激光 S—有小圆孔的屏  
P—偏振片 C—电光晶片 M—反  
射镜

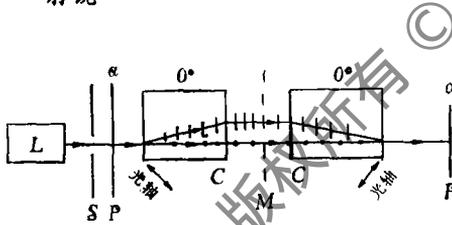


图2 反射法等效光路图

L—6328 Å激光 S—有小圆孔的屏  
P—偏振片 C—电光晶片 M—反  
射镜

应用Mueller矩阵〔6〕计算透过该等效光路系统的光强度是很方便的。在这等效光路中，全反射镜的Mueller矩阵是4阶单位阵。如果透过起偏器的光强度为 $I_0$ ，则透过检偏器的光强度 $I$ 为：

$$I = I_0 (1 - \sin^2 2\alpha \sin^2 \delta) \quad (1)$$

式中， $\alpha$ 为偏振器透射轴相对于电光晶片快轴的夹角； $\delta$ 为晶片的光相位延迟。可以看出，只有当 $\alpha = \pm 45^\circ$ 和 $\delta = \pm 90^\circ$ 时， $I = 0$ 。我们是边改变加到晶片上的电压（即改变 $\delta$ ）边旋转偏振片（改变 $\alpha$ ）直至反射光完全被偏振片阻止为止。测量这时加到晶片上的电压就是测量晶片的四分之一波长延迟电压。为了消除晶片的固有的光相位延迟，晶片上的二电极的电压极性改变后再测一次。

### 三、测量结果和讨论

我们的测试样品是X切 $45^\circ$ 的ADP晶片，其电极间距离 $d = 5.4\text{mm}$ ，光路长度 $l = 48.0\text{mm}$ ，测得的四分之一波长延迟电压 $V_{\pi/2} = (411.0 \pm 9.8)\text{V}$ 。

为了比较，把我们的晶片尺寸并用前人文章的有关数据可得 $5461\text{Å}$ 的 $V_{\pi/2} = 369.1\text{V}$ 〔6〕和 $5560\text{Å}$ 的 $V_{\pi/2} = 433.6\text{V}$ 〔7〕。由于同一晶片的 $V_{\pi/2}$ 是随着光波长的增大而增大，因此我们的结果与文献〔6〕的一致，而文献〔7〕的 $V_{\pi/2}$ 偏高。

由于全反射镜的入射角甚小，因此光二次通过晶片的光相位延迟之差可以忽略不计。本

方法的优点是：使用的光学元件少、消光条件唯一性因此不会产生谬误和所需的电压为单光程法的一半。

### 参 考 文 献

- [1] 姚启钧原著，华东师大光学教材编写组改编，《光学教程》，高等教育出版社，北京，1981年，第34~39页。
- [2] C.Θ.福里斯，A.B.季莫列娃著，梁宝洪译，《普通物理学》，第三卷，第一分册，高等教育出版社，北京，1958年，第96~97页。
- [3] W.A.Shurcliff, Polarized Light, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1962, P.136.
- [4] 小川智哉著，崔承甲译，《应用晶体物理学》，科学出版社，北京，1985年，第70页。
- [5] P.S.Theocaris et al, Matrix Theory of Photoelasticity, Springer-Verlag, Berlin, 1979, P.56.
- [6] J.O.S.A., 1964, Vol.54, No.12, P.1442.
- [7] J.O.S.A., 1950. Vol.40. No.4, P.225.

收稿日期：1989年4月3日。

· 单位简介 ·

东 辉 机 械 厂

Donghui Machinery Plant

东辉机械厂是50年代初建立起来的一个老厂，是加工机械、电子等产品的综合性工厂。技术力量雄厚，设备先进，配套齐全，具有较强的技术加工能力和新产品开发能力。

该厂推行了全面质量管理，十分注重产品的质量，具有先进的检验、测试仪器，经计量局验收合格，为二级计量单位。

主要产品有：轻机枪、重机枪、步枪、手枪、四〇火箭筒、三七高炮、五七高炮等激光模拟射击训练器材和汽车驾驶模拟训练器材。

该厂将本着质量第一、信誉第一的办厂宗旨，愿竭诚为国内外广大用户服务。

通讯地址：沈阳市大东区东北大马路  
五段钢铁里7号

Addr.: No. 7, Gangtieli, Section 5,  
Great Northeast Ave., Dadong  
District, Shenyang, China

电 话：893679

Tel.: 893679

电 挂：4259

Cab.: 4259