

线性复合片补偿器

李国华 苏美开 宋连科

(曲阜师范大学激光研究所, 273165)

摘要: 本文给出一种特殊复合延迟片——复合片补偿器。改变入射线偏振光的振动方位角, 便可改变补偿器的延迟量, 调整简单, 精度高。

关键词: 复合片, 补偿器

Linear composite plate compensator

Li Guohua, Su Meikai, Song Lianke

(Laser Institute, Qufu Normal University, Qufu)

Abstract: A composite plate compensator, special composite retardation plate, is given. By changing the vibration azimuth of entrance linear polarized light, the retardation of the compensator can also be changed with easy adjustment and high precision.

Key words: composite plate, compensator

补偿器实际是一种延迟量可调的延迟片。大多数补偿器^[1]都是通过调节双折射晶片的厚度来改变其延迟量的, 结构复杂, 而且材料价格昂贵。

本文所要描述的复合片补偿器, 可以由价格便宜的云母构成, 使用时只须改变入射线偏光的振动方位角即可改变其延迟量, 而且成线性变化关系。

一、理论分析

让延迟量分别为 δ_1 和 δ_2 的两晶片的快轴 F_1 和 F_2 的夹角为 α (图 1), 入射线偏光的振动方向与 F_1 轴的夹角为 θ , 则该复合片的延迟量 Δ 满足^[2]:

$$\operatorname{tg} \Delta = -\frac{(\sin \delta_1 \cos \delta_2 + \cos \delta_1 \sin \delta_2 \cos 2\alpha) \sin 2\theta - \sin 2\alpha \cos 2\theta \sin \delta_2}{(\sin \delta_1 \sin \delta_2 - \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos 2\alpha) \sin 2\theta + \sin 2\alpha \cos 2\theta \cos \delta_2} \quad (1)$$

可见 Δ 是 α 和 θ 的函数。

令 $\alpha = 45^\circ$, $\delta_1 = 90^\circ$, 由 (1) 得

$$\Delta = \delta_2 - 2\theta \quad (2)$$

因此, 改变 θ 对应 Δ 随之连续变化而且成线性关系。如取 $\delta_2 = 180^\circ$ 可以得到 $-180^\circ \sim +180^\circ$ 的连续区间 (图 2)。

当 $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 时可得四种特殊的偏振状态 (图 3)。

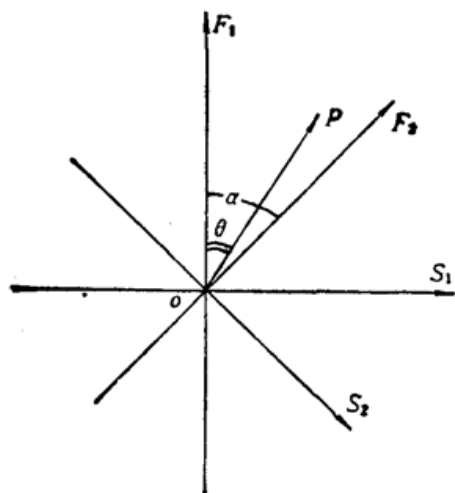


Fig. 1

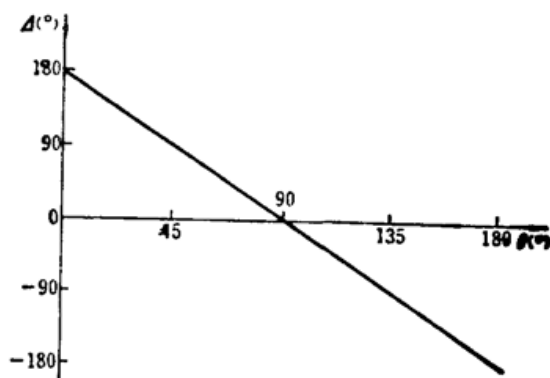


Fig. 2

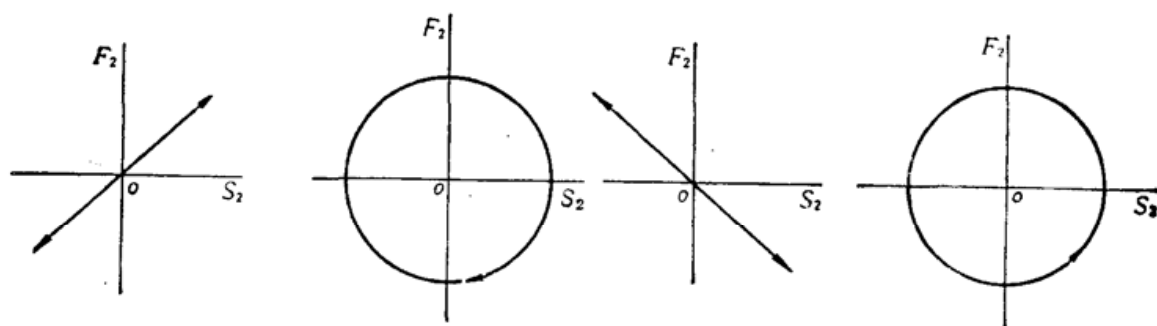


Fig. 3

二、实验与测验

取两云母 1/4 和 1/2 波片 C_1, C_2 , 装在带有刻度的旋转支架上, 并让它们快轴的夹角为 45° , 按图 4 摆好光路。L 是 He-Ne 激光器; P、A 是两偏光棱镜; D 是光电探测器; G 是记录光强的功率计。



Fig. 4

从 C_2 出射的椭圆偏振光在 F_2 轴和 S_2 轴 (图 1) 上分解成两个分量, 它们的振幅分别为^[2]

$$A_{F_2}^2 = A_0^2 (\sin^2 \theta \sin^2 \alpha + \cos^2 \theta \cos^2 \alpha + 2 \sin \theta \cos \theta \sin \alpha \cos \alpha \cos \delta_1) \quad (3)$$

$$A_{S_2}^2 = A_0^2 (\sin^2 \theta \cos^2 \alpha + \cos^2 \theta \sin^2 \alpha - 2 \sin \theta \cos \theta \sin \alpha \cos \alpha \cos \delta_1) \quad (4)$$

其中 A_0 是从 P 出射的线偏光的振幅。又将 $\alpha = 45^\circ, \delta_1 = 90^\circ$ 代入 (3) 和 (4), 分别得

$$A_{F_2}^2 = 0.5 A_0^2 \quad (5)$$

$$A_{S_2}^2 = 0.5 A_0^2 \quad (6)$$

所以, 经过 A 出射光强度的表达式为^[3]

$$I = (A_{F_2} \sin \psi)^2 + (A_{S_2} \cos \psi)^2 + 2 A_{F_2} A_{S_2} \sin \psi \cos \psi \cos \Delta \quad (7)$$

其中, ψ 是 A 的振动方向与 S_2 轴的夹角。将 (5) 和 (6) 代入 (7), 得

$$I = 0.5 I_0 (1 + \sin 2\psi \cos \Delta) \quad (8)$$

其中, $I_0 = A_0^2$ 。由 (8) 得

(下转第 40 页)

的电脉冲可从亚 ns 连续调到几十 ns, 顶部衰减并不严重。图 4 为两个不同宽度的 ns 电脉冲, 输出电脉冲幅度为 5.4 kV, (a) 为 1.6 ns 宽度, (b) 为 6 ns 宽度。当作用到第二个光电子开关的能量小于 4 mJ 时, 得到的电脉冲波形如图 5, 后沿关不彻底。由此得知要稳定得到前后沿均很陡的电脉冲, 激光器输出须稳定, 特别是脉冲能量不能太小。又因为光电子开关输出电脉冲的抖动在皮秒量级, 因此对于取得 ns 脉宽的电脉冲, 则此抖动可以忽略。

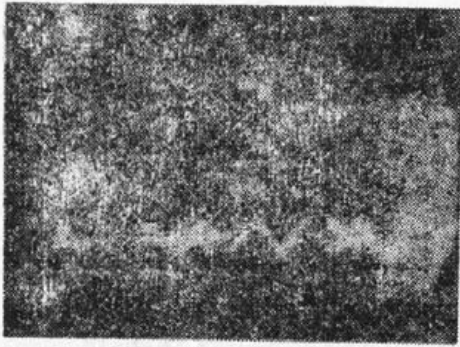


Fig. 5 Electrical pulses produced at light pulse energy < 4 mJ

电脉冲的上升与下降时间, 在不同实验条件下将有所区别。本实验采用[2]的方法, 测得电脉冲的上升时间~280 ps (从极大值的 10%~90%), 此值包括光电子开关的上升时间、普克尔盒的充电时间及电缆色散等影响。

参 考 文 献

- 1 G. Maurod, W. Knox, *Appl. Phys. Lett.*, **36**(8), 623(1980)
- 2 陈兰荣 支婷婷, *光学学报*, **4**(3), 247(1984)

(上接第 42 页)

$$|\cos \Delta| = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}) \quad (9)$$

因此, 改变不同的 θ 值, 转动检偏器 A , 可由功率计 G 记录下最大光强和最小光强。

实验误差是由多种因素造成的, 主要的原因是: (1) 调整支架的刻度不够精确, 使用高精度旋转支架能有所改善; (2) 光源起伏, 使用稳压电源可控制在 2%; (3) 探测系统的灵敏度不够高。

总之, 该补偿器结构简单、易做、精度高, 而且避免了对它的直接机械调节, 只要事先将刻度标定在补偿器的边缘上, 或随之附带一张 $\Delta \sim \theta$ 关系曲线图, 使用时根据它调整 P 的振动方向即可。调整角度越精确, 补偿器的精度亦越高。该补偿器主要用来产生各种偏振光, 测量样品的双折射等。

参 考 文 献

- 1 W. G. Driscoll, W. Vaughan, *Handbook of Optics*, New York, 1978, 10~134
- 2 李国华 *et al.*, *曲阜师范大学学报(自然版)*, 待发表
- 3 姚启钧, *光学教程*, 高等教育出版社, 1981, 306~308