

关于平行分束激光偏光镜的几种设计

李国华 李继仲 宋连科

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜)

摘要: 利用双折射晶体的反射和折射特性提出四种两元复合式平行分束偏光棱镜设计, 其特点是分束距大, 消光比和透射比高, 分离角小, 非常适宜于大间隔光束调制和光开关系统, 以冰州石晶体为例给出了各器件的工作参数。

Designs of the parallel beam-splitting polarizers

Li Guohua, Li Jizhong, Song Lianke

(Qufu Normal University)

Abstract: Four types of parallel beam-splitting polarizer are provided using a birefringent crystal. The features of the devices are large displacement, high extinction ratio, high transmittance and small splitting angle. They are especially designed for the usage of optical switch and modulating systems, and with calcite as an example, the properties of several different designs are compared.

一、引言

平行分束偏光镜是进行光束偏振变换处理的重要器件, 常用于多道传输系统和多光束偏

参 考 文 献

- [1] 方启万, 《兵器激光》, 1986年, 第2期, 第51页。
- [2] 方启万, 《激光与红外》, 1989年, 第19卷, 第2期, 第35页。
- [3] 胡继先, 《激光技术》, 1989年, 第13卷, 第2期, 第16页。
- [4] Laser Handbook, 1972, Vol.2, P.1787.

收稿日期: 1989年11月11日。

振耦合系统。最简单的平行分束偏光镜是由单块双折射晶体制成的，见图1，光轴与两平行通光面成一定角度，直接利用晶体的双折射特性实现o、e偏振光束的分离。这种单式结构棱镜简单实用，在光纤耦合和光电数字偏转系统中应用很广。由于受晶体尺寸和双折射率的限制，该器件两束平行光的分束距（剪切差）一般不超过5mm。对于需要进行大间隔偏振平行分束的光学系统，本文提出以下几种棱镜设计。

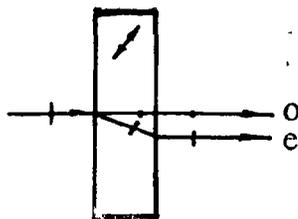


图1 单元结构平行分束偏光镜

二、两元复合式平行分束偏光镜

设计的基本原理是利用晶体的双折射特性使o、e光在接合面处发生透射和全反射，适当选取光轴的取向和棱镜切角以获得两束高质量的平行偏振光。

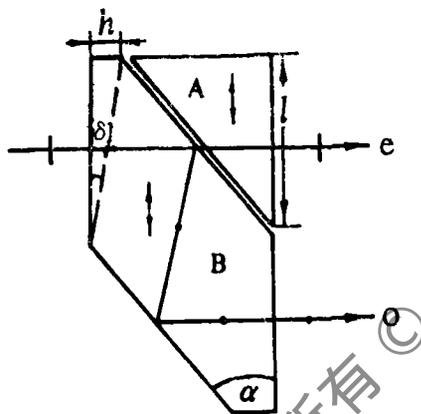


图2 单束横移型平行分束偏光镜

式中， $h \geq l \cdot \text{tg} \delta$ 。

2. 双光束横移型

该结构在两个方向上加大分束距，图3中的B部分与图2中的相同，对于A部分，设计使e光经第一反射面后与光轴成一定夹角*到达第二反射面，最后沿垂直于光轴的方向输出。

A部分的主截面呈梯形，切割角 β 的取值应满足：

*设计中应尽量避免使e光在晶体内沿光轴方向传播，否则即使很小的加工或光路调整偏差也会引起较大的退偏效应，详细分析有另文论述——作者

1. 单束横移型
该器件设计原理基于泰勒 OE 双输出棱镜，其中A、B两部分为相邻间隙空气隙接触，结构见图2。A部分为泰勒棱镜的一半，B部分主截面呈菱形，自然光正入射时，e光分量沿直线传播，无偏折。o光分量在接触面和底面发生两次全反射后平行于e光输出。该器件的特点是相对于入射光只有一束输出光发生横移，适用于单光束定位的偏振分束系统。

器件的通光孔径由A部分的通光孔径（即图2中的长度 l ）决定，分束距为：

$$d = h \cdot \text{ctg} \delta \quad (1)$$

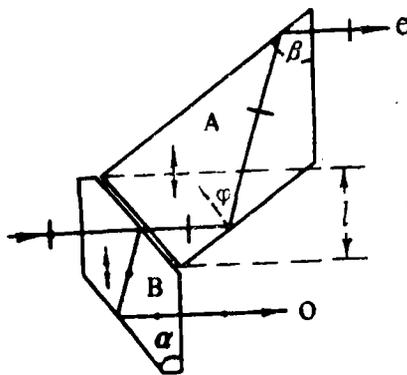


图3 双光束横移型平行分束偏光镜

$$\operatorname{ctg} \beta < n_e / n_o \quad (2)$$

一般取 $\beta = \operatorname{ctg}^{-1} \frac{n_e}{n_o} \approx 15^\circ$

分束距为:

$$d = h \cdot \operatorname{ctg} \delta + \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cos \varphi} \cdot \sin(\beta + \varphi) \quad (3)$$

与单束横移型结构比较分束距更大。

3. 90°转向型

该型设计适用于90°转向平行分束偏振系统，构思与傅科型OE双输出棱镜相同，有两种结构:

I 结构如图4，A、B两部分仍为空气隙接触。由于e光在A中沿垂直于光轴方向传播，切角 $\beta = 45^\circ$ ，可以看到，因接触面和表面1不平行，使得入射光沿输出方向移动时分束距发生变化，即分束距在一定范围内连续可调。分束距 d 为:

$$l \operatorname{tg} \alpha \leq d \leq l \quad (4)$$

II 结构如图5所示。该型结构特点是使两束出射光均与入射光方向成直角且沿反向传播，分束距在较大范围连续可调，即有:

$$h \leq d \leq h + l(1 + \operatorname{tg} \alpha) \quad (5)$$

与泰勒型结构相比，傅科型设计中非常光线在入射面内振动，因而在切面上的反射损失增大，空气间隔内的多次反射也增强，因而导致e光的透射比较低。

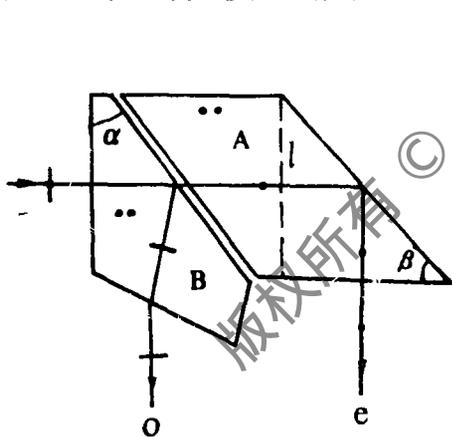


图4 同向偏折型平行分束偏光镜

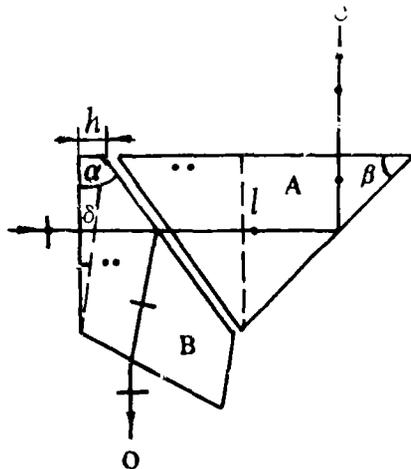


图5 反向偏折型平行分束偏光镜

三、性能比较

以冰州石棱镜为例，我们对 $\lambda = 0.6328 \mu\text{m}$ 光进行测量 ($n_o = 1.656$, $n_e = 1.485$)，结果列于表1。

四、结 语

应当指出，利用双折射晶体的反、折射特性，可以设计制做出各种用途的分束偏光器件，这是一项非常实用和有意义的工作。上述几种设计仅是平行分束棱镜中较有代表性的几何，

其基本思想适用于各种双折射晶体，应用中还有许多具体问题需要进一步探讨。

表1 冰洲石二元复合式平行分束偏光棱镜性能比较表

		单束横移型	双束横移型	90°转向I型	90°转向II型
主透射比	o光	80%	80%	70%	70%
	e光	85%	80%	55%	55%
消光比	o光	10^{-4}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-3}
	e光	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}
最大分束距(mm)		30	50	25	40
分束角		$<10'$	$<10'$	$<10'$	$<10'$
扭转角		$<10'$	$<10'$	$<10'$	$<10'$
视场角		5°	4°	4°	4°
抗光损	连续 (W/cm^2)	100	100	100	100
伤阈值	脉冲 (MW/cm^2)	200	200	200	200

* * *

作者简介：李国华，见本刊1990年第14卷，第3期，第54页。

李继仲，男，1958年出生。硕士生。现从事激光偏光器件理论、设计和偏光应用技术研究。

宋连科，男，1961年出生。研究实习员。现从事偏光器件制造和偏光技术应用研究。

收稿日期：1989年11月10日。

· 简 讯 ·

Nd : MgO : LiNbO₃ 在室温下获得自倍频绿色激光

西南技术物理所研究人员，在该所生长的Nd : MgO : LiNbO₃晶体上，以小型氙灯泵浦方式，在室温下实现了自倍频(Self-frequency doubling)，获得绿色激光，绿光输出远大于160μJ，器件阈值为4.8J。据查，小型氙灯泵浦Nd : MgO : LiNbO₃的室温自倍频激光，尚属首次，国内外还未见报道。该研究为开发Nd : MgO : LiNbO₃的实际应用打下了基础。目前，研究人员正积极完善器件结构和进行参数测量，并着手研究其自Q开关和自调制等特性。

(巩马理 翟 刚 供稿)