

新型激光防护塑料的研制

段 潜 王立杰 邹 颖

(长春光学精密机械学院材料系, 长春, 130022)

摘要: 本文以甲基丙烯酸甲酯为基质, 掺杂有机钨盐和蒽醌染料, 制得茶色激光防护塑料, 此激光防护塑料的防护和理化性能良好, 可见光透过率高, 可防多种激光波长。

关键词: 甲基丙烯酸甲酯 激光防护塑料

Development of laser protection new plastics

Duan Qian, Wang Lijie, Zou Ying

(Changchun College of Optics & Fine Mechanics)

Abstract: The laser protection is an important subject in laser application. A brown laser protection plastic has been developed by using methyl methacrylate as a substrate and doping organic tungsten salt and anthraquinone dyes in the substrate. The laser protection plastic has the features of good physical-chemical quality, high visual transmittance and wide laser protection bands of eight laser wavelengths.

Key words: methyl methacrylate laser protection plastics

一、引言

由于激光技术的迅猛发展和在各领域应用的广泛性, 从事激光工作的人员和其它接触激光的人也日益增多, 随之而来的激光防护问题越来越引起了人们的重视, 特别是近年来由激光造成人眼损伤的事故病例逐年增加和军事上激光致盲武器的研制成功, 这样, 研制防某些特定激光波长的防护材料, 对于保护人眼免遭激光伤害有着十分重要的意义。

目前, 就激光防护材料类型来讲, 分有机材料和无机材料两大类, 在使用上各有利弊, 但有机塑料类激光防护材料由于成本低廉, 耐冲击、重量轻、成型加工容易等优点引起了人们的极大关注, 在国外发展较快, 而国内起步较晚^[1~5], 鉴于这种情况, 我们开展了多波段激光防护塑料的研制工作, 制备出的防护塑料在要防护的波段吸收较好, 在防护波长光密度均大于 4 就可以表明其防护水平。

二、实 验

1. 吸收剂的选择

根据所需的防护激光波长来选择特定的吸收剂, 对吸收剂的要求是: 在可见光区透过率要

尽可能高,在要防护的波段吸收最强,同时必须与塑料基质相溶,以便能加入一定量获得一定的光密度,在光、热作用下不褪色,光稳定性好,为此,我们选用了红外吸收剂钨盐和蒽醌染料。

2. 聚合实验

首先按比例称取甲基丙烯酸甲酯、引发剂、增塑剂、增溶剂进行混合,在水浴湿度下进行预聚致粘度适中,向其加入一定量的钨盐和蒽醌染料,使其充分混合,最后把此混合液注入到事先涂有脱模剂的光学模具中,进行聚合,聚合条件为:58℃下硬化 16h,再在 100℃下硬化 1h,再于 80℃下退火 24h,最后得到茶色透明的激光防护塑料。

三、实验结果

1. 光学密度(D_λ)

光学密度是在特定激光波长下,激光防护材料的特征参数之一 $D_\lambda = \log H_i / H_t$ 或 $D_\lambda = \log E_i / E_t$, 式中, H_i , E_i 分别为入射光束辐照量和辐照度, H_t , E_t 为透射光束辐照量和辐照度。制成片子厚度 3mm, 用日立 340 分光光度计测量可防激光波段的光学密度, 结果如表 1 所示。

Table 1 Summary of laser densities of the protective laser bands of the laser protection plastic

types of laser	wavelength (nm)	optical density (D_λ)
Ne-Cd	325	>4
Ne-N	332, 337	>4
Cd ²⁺	441	>4
Ar ⁺	514, 488	>4
double frequency YAG	530	>4
YAG	1060	>4

从表 1 可以看出所制的激光防护塑料吸收带宽, 可防 8 个激光波段, 光密度均大于 4, 符合激光防护安全。

2. 可见光透过率

可见光透过率是激光防护材料的另一重要参数之一, 对激光防护材料, 要求特定波长的激光吸收强, 同时对其它可见光的吸收很弱, 才能获得最大限度的透明度, 以便清楚地观察目标, 所以既要考虑光密度, 又要考虑可见光的透过率; 光密度增加, 材料的可见光透过率要下降, 为此, 找出光学密度和可见光透过率同时有较高值的材料是关键之所在。所制得的激光防护塑料可见-近红外光谱透过曲线如图 1 所示。

从图 1 可见, 在 380nm~800nm 光谱段之间, 其最高峰值波长透过率达 42%, 适于做激光防护材料, 因为对制造防激光塑料的可见光透射比最低应高于 15%, 一般在 30% 以上是较为适合的^[6,7]。

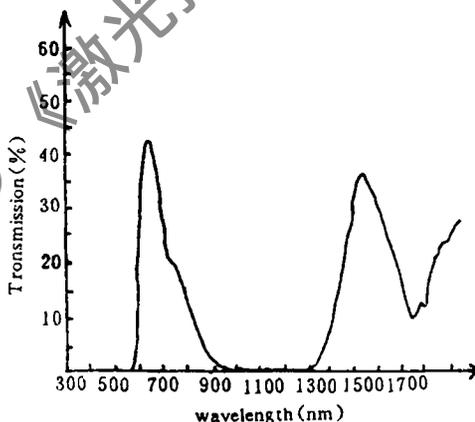


Fig. 1 Visible-near-infrared transmission spectrum of the laser protection plastics

3. 激光光密度

为了验证所制的激光防护塑料对激光的防护效果, 考虑到目前应用较广, 眼损伤事故病例最多的 1060nm 以及其倍频 530nm 波长激光, 测试中采用 Nd:YAG 激光器, 输出 1060nm 波

长激光,脉冲宽度约15ns,再用LN晶体倍频输出530nm波长激光,输出能量 Q_0 及透过能量 Q 由LPE-1型激光能量计测量,同时用碳斗能量计配以检流计进行监测对照,结果见表2。

Table 2 Summary of laser transmission test data of the laser protection plastic (thickness of specimens: 3mm)

specimen No	wavelength (nm)	import energy (mJ)	export energy (μ J)	transmissions	laser density (D_A)
1 [#]	530	17	0.19	1.12×10^{-5}	4.95
	1060	206	4.00	1.95×10^{-5}	4.71
2 [#]	530	17	0.20	1.12×10^{-5}	4.92
	1060	206	3.00	1.46×10^{-5}	4.84
3 [#]	530	17	0.16	0.94×10^{-5}	5.03
	1060	206	3.20	1.55×10^{-5}	4.81
4 [#]	530	17	0.13	0.78×10^{-5}	5.12
	1060	206	3.50	1.70×10^{-5}	4.77

由激光测试结果,所研制防激光塑料光密度在4~5之间,对光密度大于4的防护材料,参照激光安全标准,可推算出所研制防激光材料对脉宽1ns~0.1ns,最大输出能量 10^{-2} J(最大光束辐照量 2×10^{-3} J/cm²),对脉宽为0.4ms~10ms,最大输出能量 10^{-2} J(最大光束辐照量 2×10^{-3} J/cm²)的Q开关激光器;对脉宽0.25~10s,最大输出功率10W(最大光束辐照度 20 W/cm²)以及长时间凝视(>3h),最大输出功率 10^{-2} W(最大光束辐照度 2×10^{-2} W/cm²)量级的连续波激光器,直接观察0.2~1.4 μ m有关波长激光均可达到安全使用效果。

4. 稳定性

作为一种激光防护材料,光照时受到正常温度及激光光束作用时必须要有足够的稳定性,以免变质或毁坏。为了研究所制的防激光塑料稳定性,进行了室外曝晒试验,采用日光光化试验机及氙灯试验机进行加速曝晒试验,60℃,90%RH条件下的耐湿试验,80℃的加热试验。图2~6为其试验前后的光谱峰变化情况,从这些光谱图可以看到此防护塑料具有良好的稳定性。

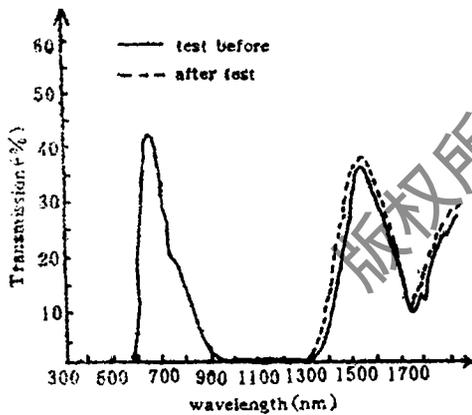


Fig. 2 Comparison of transmissions of the laser protection plastic before and after outdoor exposure test (one year)

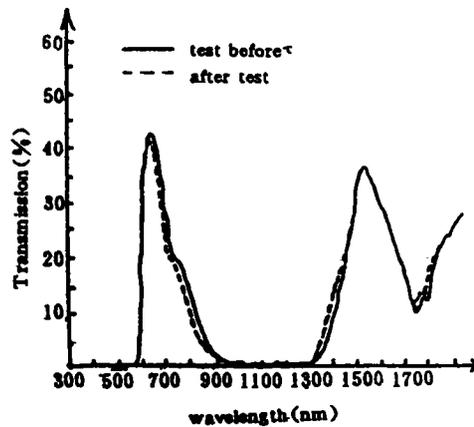


Fig. 3 Comparison of transmissions of the laser protection plastic before and after outdoor sunshine exposure test (1500 h)

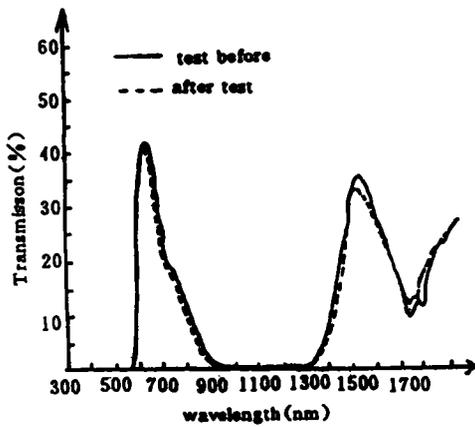


Fig. 4 Comparison of transmissions of the laser protection plastic before and after Xenon tester outdoor exposure test (1000 h)

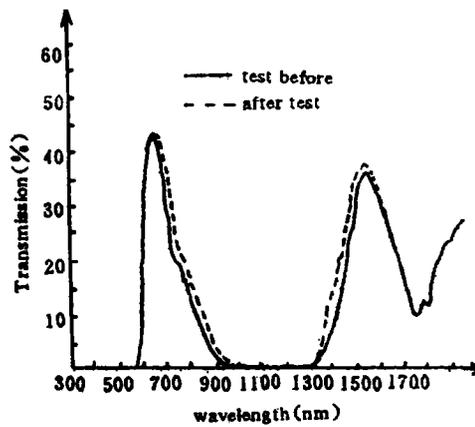


Fig. 5 Comparison of transmissions of the laser protection plastic before and after humid resistant test (60°C, 90% RH, 150 h)

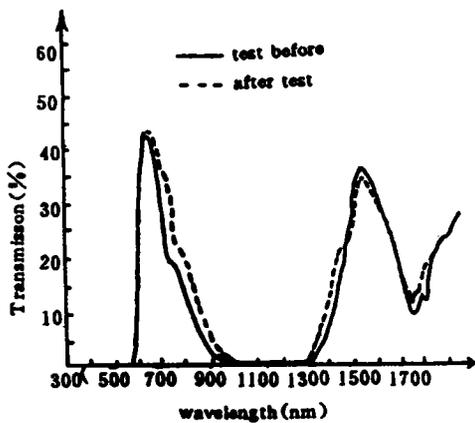


Fig. 6 Comparison of transmissions of the laser protection plastic before and after heating test (80°C, 150 h)

5. 物理性能

把制得的激光防护塑料,进行了一系列物理性能测试,并与有机玻璃进行了比较,结果见表3所示。结果表明除光学性能外,其它性能基本与有机玻璃一致。

Table 3 Properties of matter of laser protection plastics

performance	unit	laser protection plastica	PMMA
rockwell hardness	M	102	100
water absorption	%	0.32	0.31
ieod-impact strength	kgf · cm/cm ²	2.4	2.2
temperature of thernation	°C	103	100

四、结 论

通过对激光防护塑料的光学性能、稳定性能、物理性能的试验测试可以得出:以甲基丙烯酸甲酯作为塑料基质,掺杂有机吸收剂钨盐和葱醌染料,制得的茶色吸收式激光防护塑料,可见光透过率 $T > 40\%$ 可防八个激光波长,抗冲击,稳定性好。

参 考 文 献

- 1 邹 颖,王立杰.长春光机学院学报,1987;10(3),30~34
- 2 中尾公三,中村达也.近赤外線吸収性改質剤およびその製造方法.日本,特許出願公開,平 3-35036,1991. 2. 15:343~355
- 3 长井晴天,中尾公三,中村达也.プラスチックスユ-ジ(JPN),1990;36(6),181~185
- 4 USP 3,692,688

90°分束偏光镜光强分束比研究

吴福全 黄家寅* 封太忠 李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

摘要: 给出了90°分束偏光镜的e, o光光强分束比的计算公式, 以及光强分束比随光波长的变化曲线, 在6328Å测得的光强分束比与计算值是一致的。

关键词: 90°分束偏光镜 光强分束比

Research on beamsplitting intensity ratio of 90° polarization beamsplit prism

Wu Fuquan, Huang Jiayin*, Feng Taizhong, Li Guohua

(Laser Institute, Qufu Normal University)

Abstract: This paper gives the calculation formula of e, o beam intensity ratio, and the ratio is changeable with wavelength of light through the 90° polarization beamsplit prism. The beamsplit intensity ratio is well in agreement with calculation value at $\lambda=6328\text{\AA}$.

Key words: 90° polarization beamsplitting prism beamsplitting intensity ratio

一、引言

由于90°偏光分束镜e, o光之分束角为90°, 给光路的设计和调整提供了极大的方便, 因此

* 曲阜师范大学物理系。

5 USP 3,647,729

6 AD. 746293

7 FP. 2039637

作者简介: 段 潜, 男, 1968年1月出生。硕士, 讲师。现从事激光防护方面的研究。

王立杰, 男, 1940年出生。教授。一直从事光学塑料和激光防护方面的研究, 有多项成果通过国家鉴定。

邹 颖, 女, 1940年出生。副教授。一直从事激光防护方面的研究, 有多项成果通过国家鉴定。

收稿日期: 1993-10-09