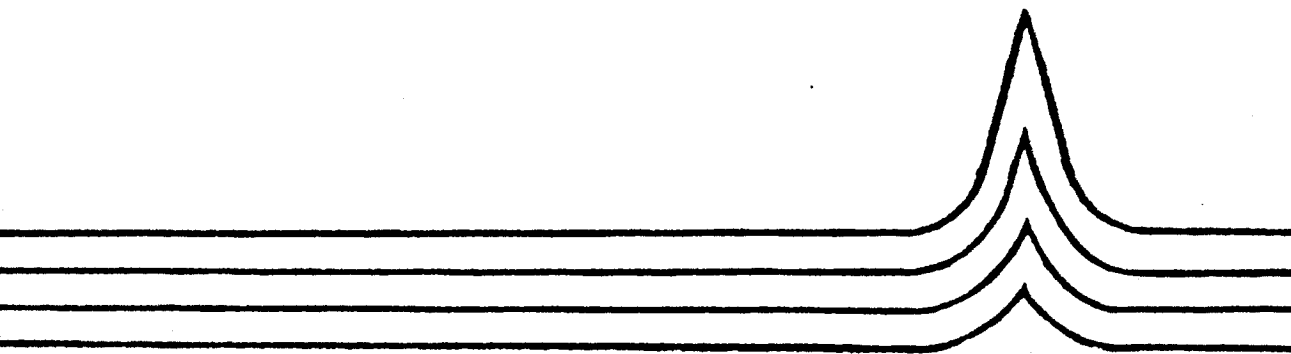




BEIJINGOPTICS

1982 / 2

北京光学



ThF₄保护膜在脉冲 CO₂激光作用下破坏阈值的实验研究

方慧英 王春奎 付裕寿

(中国科学院力学研究所)

一、引言

在大功率激光器中,反射镜镀制保护膜后其抗激光破坏的能力是一个极为重要的问题。由于 ThF₄ (氟化钍) 在 10.6 μ 处具有折射率低、吸收低以及不吸水等优异性能,所以是用作 CO₂ 激光反射镜保护膜的一种很好的材料。

我们测定了几种反射镜在镀制 ThF₄ 保护膜后的抗激光破坏阈值。还测定了不同厚度的 ThF₄ 保护膜的抗激光破坏阈值,并分析了厚度对其抗激光破坏阈值的影响。为了弄清楚激光破坏的机制,我们还进行了显微观察和分析。

二、实验装置

测定 ThF₄ 保护膜抗激光破坏阈值的实验装置示意图如图 1 所示。激光器为双放电 TEA CO₂ 脉冲激光器(脉冲宽度 1 微秒,多模输出)。激光器的输出能量是用碳斗能量计测量的。将输出的能量用一个镀有增透膜的锗透镜(焦距为 140 毫米)聚焦到待测样品上。用光束照射到复写纸上的光斑来测定光斑的面积;由改变样品到锗透镜焦点的距离来改变能量密度。

三、实验结果及分析

ThF₄ 保护膜抗激光破坏阈值的测定数据示于表 1。

(1) 对无氧铜化学镀镍的基底材料镀制 Au/ThF₄ 涂层的样品来说,当 ThF₄ 保护膜的厚度由 4000 \AA 减小到 2000 \AA 时,其抗激光破坏阈值却提高了。究其原因,一方面是由于 ThF₄ 保护膜厚度增加后其吸收也增加了;再者,厚的 ThF₄ 保护膜较薄的 ThF₄ 保护膜与底层的粘附性差也是一个影响因素。由图 2、3 和 6 可看到不同厚度的膜的破坏状况并可看到,随着功率密度加大其破坏程度亦加大。

(2) 对 K₂ 光学玻璃基底镀制 Cr/Au 和 Cr/Au/ThF₄ 的两种反射镜来说,其激光破坏阈值都是 1×10^6 瓦/厘米²。图 4 为 K₂ 光学玻璃基底镀制 Cr/Au 涂层在 2×10^6 瓦/厘米²

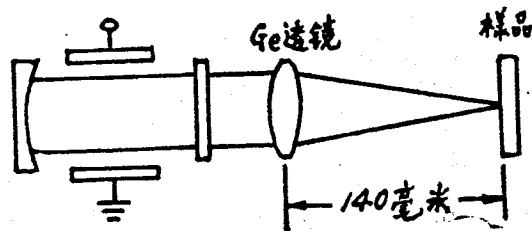


图 1 测定 ThF₄ 保护膜抗激光破坏阈值的装置示意图

基底材料	涂 层	ThF ₄ 膜层厚度	反射率	破坏阈值 瓦/厘米 ²	说明
无氧铜化学镀镍	Au/ThF ₄	4000 Å	96%	7×10^6	实验在大气中进行
无氧铜化学镀镍	Au/ThF ₄	2000 Å	97%	1.1×10^7	
K。光学玻璃	Cr或Au/ThF ₄	2000 Å		1×10^6	
黄 铜	ThF ₄	2000 Å		$> 2.5 \times 10^7$	
黄 铜	无膜层			$> 2.5 \times 10^7$	

功率密度下的破坏状态。图5和7为K。光学玻璃基底镀制Cr/Au/ThF₄涂层在 2.5×10^7 瓦/厘米²的功率密度下的破坏状况。

(3) 当功率密度达 2.5×10^7 瓦/厘米²时,铜反射镜直接镀2000 Å厚的ThF₄膜的镜子仍未见到破坏,这与文献[2]中所叙述的情况相类似。

(4) 由图2~7可以明显看到ThF₄膜层被破坏的机制主要是起皱和和熔化。

四、讨 论

(1) ThF₄保护膜的厚度为2000 Å时较为4000 Å时为好,但是否有比2000 Å更合适的厚度,尚待进一步实验。

(2) 从K。光学玻璃和铜基底反射镜上镀制ThF₄保护膜后其抗激光破坏阈值相差一个数量级的情况来看,破坏阈值与基底的热传导系数有直接关系,热传导系数越大则破坏阈值越高。

(3) 铜基底直接镀ThF₄膜,在功率密度达 2.5×10^7 瓦/厘米²时仍未被破坏,这与直接照射没有镀任何膜层的铜镜所得到的结果是一致的。考虑到ThF₄比铜硬,而且ThF₄还有保护铜镜不被氧化的作用,因而在大功率CO₂激光系统中采用在铜基底上直接镀ThF₄保

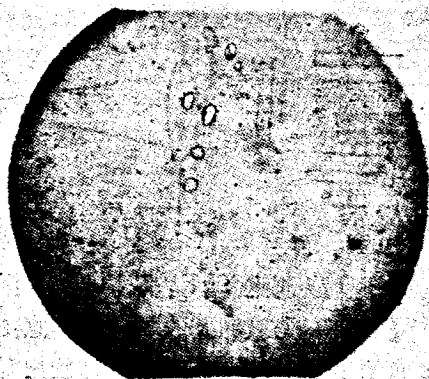


图2 基底:无氧铜化学镀镍;涂层:
Au/ThF₄(4000 Å);功率密度:
 7×10^6 瓦/厘米²;放大29×

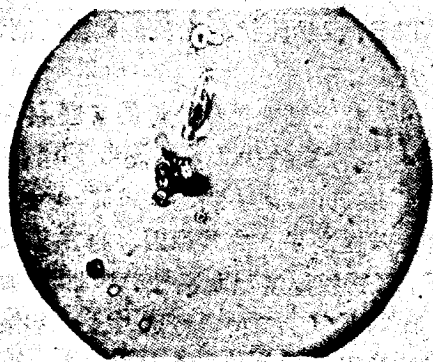


图3 基底:无氧铜化学镀镍;涂层:
Au/ThF₄(4000 Å);功率密度:
 1.7×10^7 瓦/厘米²;放大29×

护膜作反射鏡是合适的。

(4) 我们获得的实验数据在重复性方面尚不能令人十分满意, 这主要是由于基底的研磨质量及膜层镀制质量有较大差别而使得膜层与基底粘附的牢固程度及反射率的不同而造成的。此外, 碳计能量计所测得的值也存在着一一定的误差。

本实验研究中所用的样品是由黑龙江技术物理所隋振东同志提供的, 特致谢意。



图4 基底: K。光学玻璃; 涂层: Cr/Au; 功率密度: 2×10^7 瓦/厘米²; 放大29×

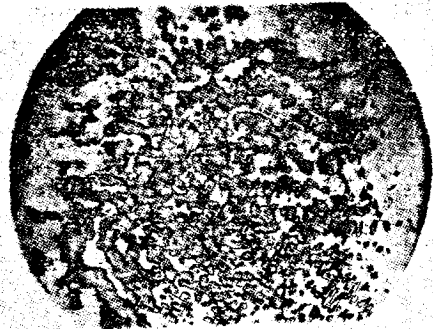


图5 基底: K。光学玻璃; 涂层: Cr/Au/ThF₄ (2000 Å); 功率密度: 2.5×10^7 瓦/厘米²; 放大29×

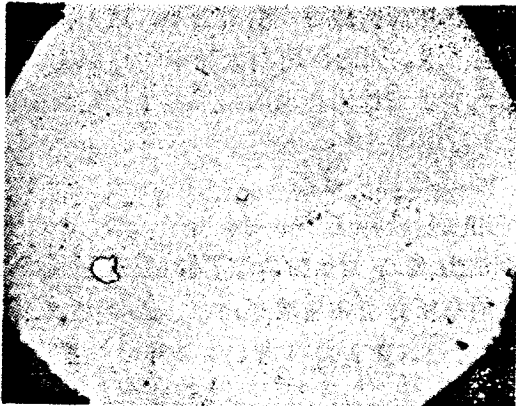


图6 基底: 无氧铜化学镀镍; 涂层: Au/ThF₄ (2000 Å); 功率密度: 2.5×10^7 瓦/厘米²; 放大57×



图7 基底: K。光学玻璃; 涂层: Cr/Au/ThF₄; 功率密度: 2.5×10^7 瓦/厘米²; 放大120×

- [1] V. Wang, A. I. Braunstein and J. Y. Wada: "Investigation of Pulsed CO₂ Laser Damage of Metal and Dielectric-coated Mirrors". Laser Induced Damage In Optical Materials (1972).
- [2] V. Wang, A. Braunstein, M. Braunstein, J. E. Budisill, J. Y. Wada: "Pulsed CO₂ Laser Damage Studies of Metal and Dielectric Coated Mirrors". Laser Induced Damage in Optical Materials (1973).
- [3] V. Wang, J. E. Budisill, C. R. Giuliano, M. Braunstein and A. Braunstein: "Pulsed CO₂ Laser Damage in Windows, Reflectors and Coatings". Laser Induced Damage in Optical Materials (1974).

千瓦级CO₂激光器输出窗口的介质薄膜

王桂蒂 白双萼 刘桂荣

(中国科学院力学研究所)

一、前 言

大功率CO₂激光器的发展遇到了一个关键问题,即窗口材料的选择。目前适用于10.6 μ m的红外窗口材料很少。常用的鍍窗口材料的透过率受温度影响较大。在10.6 μ m处,鍍的温度升高几十度时其吸收明显增加,导致温度上升更快,从而其透过率变得更小,这影响激光器的功率输出。即使采取冷却措施,其承受功率也很有限。因此,研制大功率CO₂激光器的首要问题是寻找不同的窗口材料,并根据不同光腔的要求设计出合理的膜系并通过适当的镀膜工艺获得好的膜层。

二、窗口多层介质膜的设计及镀制

众所周知,光通过膜层后反射率及透过率值可用多层膜特征矩阵式求出^[1]。若设镜片两表面为a和b,且两表面上的反射率和透过率分别为R_a、R_b和T_a、T_b,那么,当不考虑镜片的吸收时,可用下列非相干公式计算出镜片的总反射率和透过率:

$$R = \frac{R_a + R_b - 2R_a R_b}{1 - R_a R_b} \quad (1)$$

$$T = \frac{T_a T_b}{1 - R_a R_b} \quad (2)$$

然而,窗口材料事实上都存在着一一定量的吸收,所以应考虑吸收的影响。因此,当考虑基片材料存在一定的吸收时,光通过基片材料多次内反射后的吸收率就应为^[2]: