# 在强激光下Ge 平行板的动态 F-P干涉效应

李 元 恒 (中国科学院力学研究所)

### 提 要

实验表明, 在连续  $CO_2$  激光辐照下,Ge 平行板透射光强度随时间呈准周期性的变化。 基于平行平面 板的多光束干涉理论, 并考虑激光引起的温升对 Ge 片折射率和厚度的影响, 得到的计算结果与实验 相符合。 这说明平行平面 Ge 在高功率连续  $CO_2$  激光作用下因折射率和厚度随温度的变化而具有一种动态的 法布里-珀罗干涉效应。

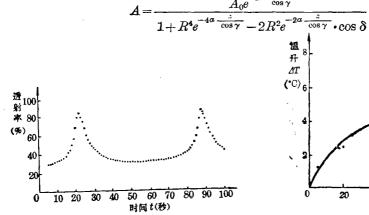
Ge 常被用作 CO<sub>2</sub> 激光器的窗口材料,为了对光方便,一般采用平行度高的 Ge 片。 然而 Ge 表面的高度平行会形成光的干涉,且随着激光强度的增加,Ge 吸收激光能量后温升将引起干涉现象的变化,这无疑影响 CO<sub>2</sub> 激光器功率、振荡频率和模式的稳定。本文针对这一问题进行了初步的实验研究和理论分析。

实验采用光斑直径  $\sim$ 7 毫米、功率 40 瓦、稳定性优于 1% 的 CO。激光器作为光源。样片是直径 3.5 厘米、厚 4.4 毫米、表面平行度  $\sim$ 10 秒的 n 型 Ge。 激光入射角  $\theta=5^\circ$ ,透射光强度



用热敏电阻红外探测器检测。Ge 片辐照区的温度的测定是用线径0.2毫米、响应时间 ≤0.1 秒的镍铬-镍铝热电偶,热电偶也用于复测透射光强的变化。测量结果均用带打印机的数字电压表记录,打印速度1次/秒。实验装置示于图1。Ge 片光强透射率随辐照时间变化的实验数据示于图2。Ge 片被辐照区的温度随时间的变化见图3。测温时须避免热电偶探头受激光的直接照射,要求在截断激光束的同时进行测量。

'根据平行平面板的多光束干涉理论印,考虑介质吸收光后可得到光强透射率 4 的公式



收稿日期: 1981年1月2日

图 2 Ge 片透射率随激光辐照时间的变化

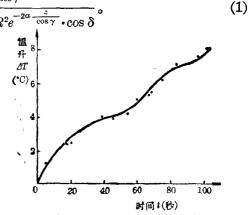


图 3 Ge 片辐照区温度随时间的变化

上式中 R 是费涅耳反射系数,  $A_0$  是单次的光强透射率, 在吸收很小时  $A_0 \sim (1-R^2)^2$ 。 n 是 折射率, z 是样品厚度,  $\alpha$  是吸收系数,  $\delta = 4\pi nz \cos \gamma/\lambda$  是光在 Ge 中通过一次的相位差,  $\lambda$  是 入射光波长,  $\gamma$  是折射角。 温度 T 升高到 (T+dT) 时

$$\frac{d(nz)}{dT} = \frac{dn}{dT} \cdot z + n \cdot \frac{dz}{dT} \circ \tag{2}$$

由于 $(dn/dT)\gg(dz/dT)$ , 说明起主要作用的是光折射率的变化,厚度随温度的变化仅起很小作用。根据(1)式计算, 取初始温度时的n=4.002, z=0.44 厘米。并取 $\alpha=0.032$  厘米 $^{-1}$ ,  $\lambda=10.6$  微米,  $\gamma=1.25^{\circ}$ ,  $dn/dT=2.68\times10^{-4}$  度 $^{-1}$ ,  $\beta=6\times10^{-6}$  度 $^{-1[2]}$ 。 其结果绘于图 4,

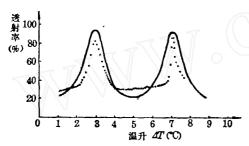


图 4 透射率随温度的变化(理论与实验) 理论——,实验……

图 4 中还标出了由图 2、3 得出的透射率随温度的变化的实验数据。可以看出,理论与实验是符合得比较好的。 说明强激光辐照下 Ge 片温升引起了随辐照时间而改变的动态法 布里一珀罗干涉效应。这种效应仅在激光器运转的初始阶段对激光输出带来影响。之后, Ge 片的温升因传导、辐射、对流以及窗口部分冷却措施等而很快趋于稳定。用本文(1)、(2)式的方法同样可对文献[3]所述的 Ge 窗干涉现象予以定量解释。

动态法布里-- 珀罗干涉效应使材料在激光辐照下的温度,吸收系数、折射率等量之间建立起一种联系。这个方法除可定性判断 Ge 片平行度的优劣外,还可测定材料的吸收系数。作者感谢周光地先生的指导,并对李春金同志实验上的帮助致以谢意。

#### 参考文献

- [1] M. Born, E. Wolf; «Principles of Optics», (5th ed. Oxford, Pergamon, 1975).
- [2] Н. В. Карлов и др.; Кван. Электр., 1980, 7, No. 7 (Июл), 1531.
- [3] 孙祉伟,赵建荣;《激光》,1980,7, No. 10 (Oct), 13.

## Dynamic Fabry - Perot interference effect of parallel plane Ge by intense laser

LI YUANHENG

(Institute of Mechanics, Academia Sinica, Beijing)

(Received 2 January 1981)

#### Abstract

Experiments show that transmittance of parallel-plane Ge changes quasi-periodically with time under CW CO<sub>2</sub> laser radiation. Basing on multi-beam interference theory for parallel-plane and considering influence of laser-induced temperature change on refractivity and thick of Ge, calculated result is consistent with experimental data. It indicated that parallel-plane Ge has a dynamic Fabry-Perot interference effect as dependences of refractivity and thick on temperature by high power CW CO<sub>2</sub> laser heating.