

## 25 兆瓦红宝石激光振荡器的内自破坏

D. J. Bradley, A. W. McCullough, P. D. Smith

红宝石激光振荡器和放大器的内部自破坏通常发生在  $10^9$  瓦数量级的功率输出处 (阿维佐尼斯和法林顿, 1965)。在高功率水平处红宝石内部破坏的机理还不太了解。有人将此现象归因于所包含的杂质 (阿维佐尼斯和法林顿, 1965) 和从  ${}^2E$  能级吸收的多个量子 (贝里科娃和斯维尔登科夫, 1965)。

我们希望报道在低很多的 25 兆瓦的输出功率水平的优质红宝石激光振荡器棒中全面的内部自破坏。该棒是 4 吋  $\times$  3/8 吋的有布儒斯特角  $-60^\circ$  取向 (晶轴对光轴) 的研制质量红宝石, 具有抛光的表面。在椭圆腔中以直管氙灯对 100% 和 68% 反射的介质反射镜 (腔中具有一个空染料盒), 产生 360 焦耳的阈值。被动 Q 突变是由在甲醇溶液里的隐花青完成的。这种 Q 开关通常是以逐渐增加隐花青溶液的浓度来调谐的。在相当低的浓度处, 是在约 1.5 兆瓦的峰值功率处获得单巨脉冲, 持续约 30 毫微秒。在盒为 55% 的低吸收水平时, 则获得的单个巨脉冲的峰值功率是 25 兆瓦, 持续时间为 9 毫秒。

图 1 表示了由 ITT 光电二极管和 Tektronix 519 型示波器 (组合带宽是 1 兆周/秒) 记录的脉冲-时间包迹 (光二极管以 T. R. G. 量热器校准)。在 800 和 400 兆周/秒的拍频上重调制包迹, 相当于光程长度为 38 厘米的激光腔的 2 个和 3 个轴向波型间隔, 处在探测器带通里, 所以记下了单个尖峰信号的最大峰值功率。脉冲包迹上升时间与瓦格勒-伦吉耳 (1963) 的快速 Q 开关理论计算值 1.7 毫微秒极为符合。

在这个 25 兆瓦脉冲以后, 输出功率立即减少, 脉冲长度增加, 光束散度实际增加至  $7 \times 10^{-3}$  弧度, 表明棒已受到破坏。用以氦-氖 6,328 埃气体激光束照明来检查, 表明红宝石棒的整个中心部分广

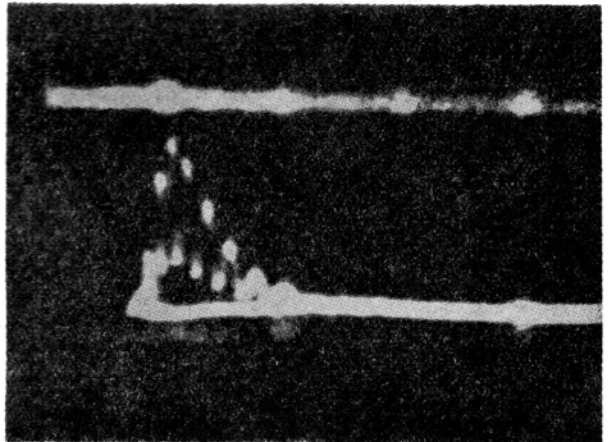


图 1 25 兆瓦巨脉冲。水平标尺: 20 毫微秒/厘米; 垂直标尺: 30 兆瓦/厘米。

泛地受到破坏(图2)。这种破坏由许多约200微米的气泡组成,在中心5毫米直径的截面上,沿棒长均匀地分布,与阿维佐尼斯和法林顿(1965)所叙述的大的破坏中心的特征似乎很不相同。图3表示有一个气泡在布儒斯特角表面上爆炸。此外,阿维佐尼斯和法林顿发现,9毫微秒脉冲的功率密度破坏阈值是 $2 \times 10^9$ 瓦厘米<sup>-2</sup>,而当前的情况则为 $10^8$ 瓦厘米<sup>-2</sup>。在非常快的上升时间和调制的深度方面,记录下的脉冲包迹也是完全清楚的。

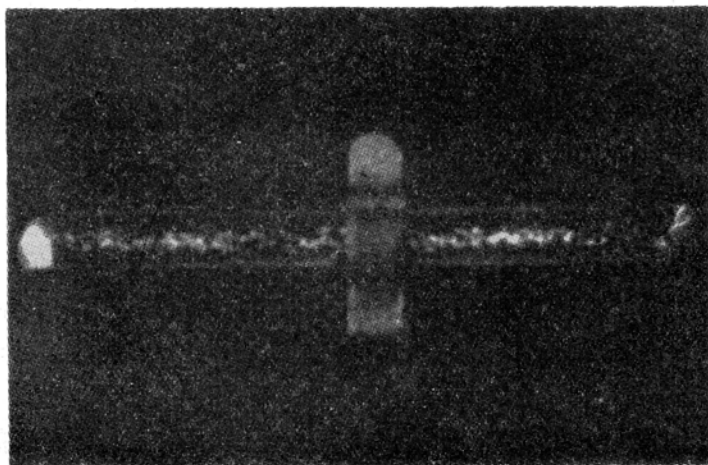


图2 红宝石的内部破坏。



图3 在布儒斯特角表面的气泡损坏。  
标尺: 70微米/厘米。

在相同条件下在同一激光腔里运转的其他红宝石振荡器(林德的 S. I. Q. 质量)已产生同样能量或更大能量的巨脉冲,并无明显损坏。声子感生的破坏(吉廉,1964)看起来是不可能的机理,因为腔里石英染料盒的壁并没有完全损坏,表面上有一个气泡爆炸可能是沿棒长分布的气泡造成的。

在这种中等运转功率水平处造成那样广泛的损坏表明,非优质红宝石材料(在 $0.1 \times 10^{-3}$ 弧度/时长度内光束发散相当于50%输出能量)不是最适合于巨脉冲激光振荡器。

### 参 考 文 献

- [1] Avizonis, P. V., and Farrington, T., 1965, *Appl. Phys. Letters*, 7, 205—6.
- [2] Belikova, T. P. and Sviridenkov, E. A., 1965, *Zh. E. T. F. Pis'ma v Redaktsiyu*, 6, 37—40 (English translation: *J. E.T. P. Letters*, 1, 171—2).
- [3] Giuliano, C. R., 1964, *Appl. Phys. Letters*, 1964, 5, 137—9.
- [4] Wagner, W. G., and Lengyel, B. A., *J. Appl. Phys.*, 1963, 34, 2040—6.

原载 *Brit. J. Appl. Phys.*, 1966, 17, № 9, 1221—1222 (陈加华译)