

## 高脉冲重复率(50千周/秒)室温

### GaAs 激光器的性能

GaAs 激光二极管已以 100 毫微秒的脉冲和 50 千周/秒的脉冲重复频率在室温下有效运转。当重复率增至 0.03~10 千周/秒时, 阈值并未上升, 给定电流的输出功率并未下降。在 20 千周/秒以上, 由于发热, 发现阈值有所上升, 输出功率稍有下降。虽则如此, 在 50 千周/秒时, 输出功率仍可达到甚低重复率时所获功率的 75%。例如, 在 40 安和 1 千周/秒处输出为 12 瓦的激光器, 施加同样的电流, 在 50 千周/秒处输出 9 瓦。其峰值与平均功率高于迄今为止曾报导过的在这类低电平处的输出值。

在给定电流下增加重复率所产生的阈值升高和输出功率降低预计来自 300°K 下激光作用所需的电流所引起的温升。外延 GaAs 激光器具有 0.2 欧姆的串联电阻, 且其近似阈值与温度间有如下的关系:  $J = J_0 \exp(\Delta T/T_0)$ , 式中的  $T_0$  视掺杂情况而定。对外延激光器来说,  $T_0 \sim 60^\circ\text{K}$ 。因而需要低的内电阻与大的  $T_0$ , 以减少在高重复率时的发热效应。严重的焦耳发热与阈值上升当然会导致雪球效应, 因为温度升高而使阈值提高, 转而增加所吸收的光功率, 并在阈值处转换为热。

对 10 千周/秒的重复率说来, 使用具有一个单硅控整流器的脉冲发生器。在 10 千周/秒处, 最大电流输出为 50 安。对较高的重复率, 则使用许多硅控整流器, 全部在 10 千周/秒处运转, 依次点火。例如, 一台在 30 千周/秒处工作的、使用三个硅控整流器的系统的运转情况如下。一个硅控整流器直接由通用电气装置的脉冲发生器 (GR) 的主要输出脉冲直接点火。此种 GR 同步脉冲触发了一个单稳态电路而形成 3.3 微秒宽脉冲。此脉冲被微分, 脉冲后沿对 GR 主脉冲相对延迟, 通过削波与匹配网络点燃第二个硅控整流器。一个延迟 6.6 微秒的脉冲又以同样的方式点燃第三个硅控整流器。硅控整流器的脉冲形成电容器通过晶体管充电网络充电。具有五个硅控整流器的类似系统则用于 50 千周/秒的运转。以此种方式获得的峰值电流为 40 安, 电流脉冲的宽度在 80~200 毫微秒间。

激光二极管装在尺寸为 0.5×0.25×0.1 吋的两个铜板间。以环氧填满两板间的空隙, 以提供一些压力, 使整个装置极为牢固。采用两种办法将热传导至四周: 用电扇对着铜片吹风和以两根极小的铜管围绕铜片, 通水冷却。两种情况下的阈值与功率输出大体相同。

在 1 与 30 千周/秒重复率处激光输出功率与电流的关系的数据示于图 1。在 50 千周/秒处所得的数据与 1

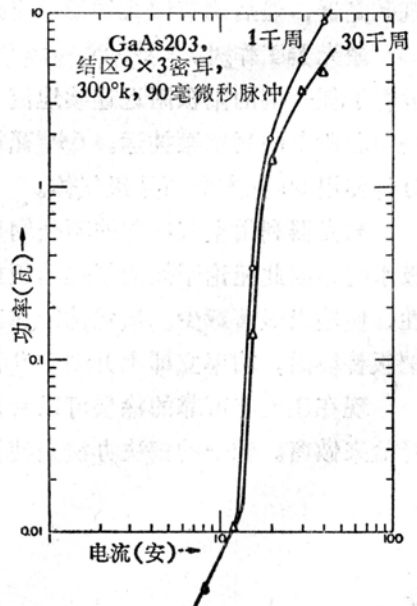


图 1 在 1 与 30 千周处功率与电流的关系。

千周/秒时性能的比较示于图2。此种二极管与图1中的装置一样,在其一个端面上具有接近于100%反射率的电介质涂层。在高重复率处的性能因激光器的不同而有所变化,因为阈值的上升与功率的下降取决于每个二极管的串联电阻,以及控制阈值随温度上升的掺杂情况。

增加脉冲重复率而阈值上升较小、输出功率降低不多的数据示于图3,所用的外延材料较图2的激光器掺杂稍多。此种装置无反射镜涂层,所示的功率系通过激光器的一端测量的。总输出约两倍于图3所示的。

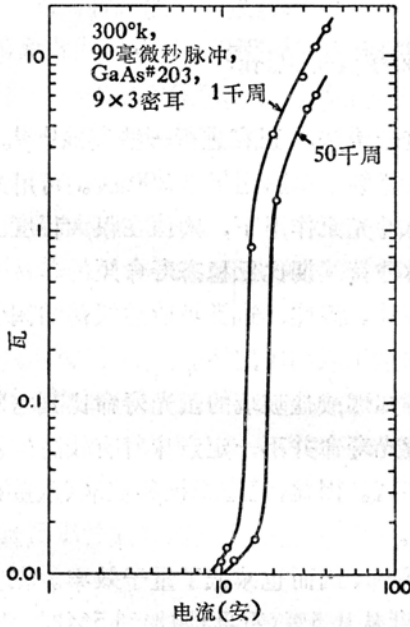


图2 在1与50千周/秒处, GaAs激光器的输出功率与电流的关系。

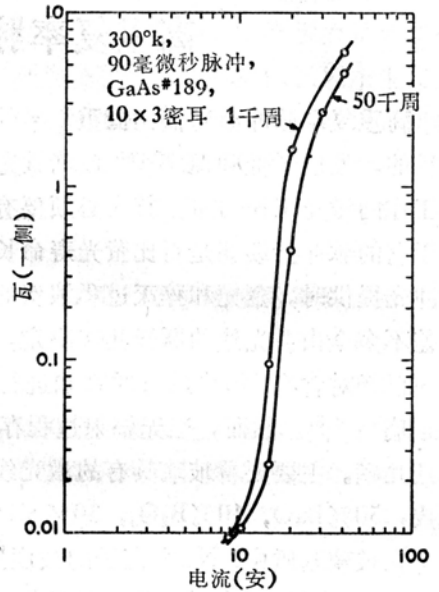


图3 以另一外延晶体作的激光器的输出功率与电流间的关系。

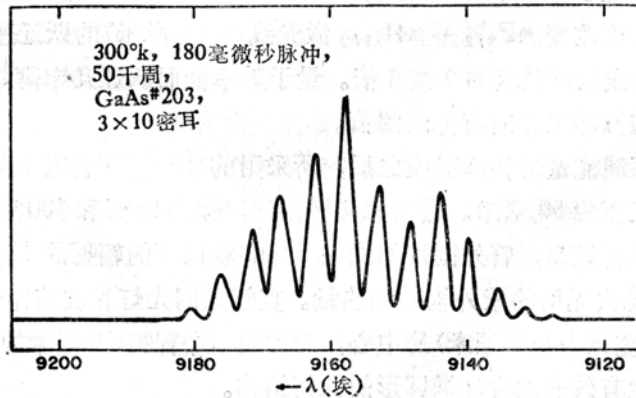


图4 50千周/秒(300°K)的激光谱。

电流高于阈值约50%、50千周/秒处的激光发射光谱示于图4。图样与很低重复率处获得的相同,只是波型间隔大了~0.1埃,因波长较长,在高温处有效折射率较小。扫迹以180毫微秒的脉冲拍摄,而图1~3的数据则以90毫微秒拍摄。从1与50千周/秒的波长数据得

悉,在这一情况下的二极管温度比室温高  $40^{\circ}\text{K}$ (图4)。采用 90 毫微秒脉冲时,图2与图3的阈值数据表明在 50 千周/秒时的温度约分别比室温高  $30^{\circ}\text{K}$  与  $20^{\circ}\text{K}$ 。

此处所报导的相对功率记录相当准确,但经过对探测器系统(光电倍增管与衰减器)的较准表明,结果较实有功率高 30%。迄今所得的结果表明,当电流为 35 安、脉冲重复率为 100 千周/秒或更高时,可得几瓦的峰值功率。

译自 Dosmanis G. C., Gross H. E.; *Proc. IEEE*, 1966, 54, №7, 998~999

## 高重复率脉冲 $\text{Nd}^{3+}$ 玻璃激光器

高重复率脉冲激光器比低重复率的更有用,根据这一看法,正在进行一些实验<sup>[1,2]</sup>。为此目的,发展了低阈值  $\text{Nd}^{3+}$  玻璃激光振荡器,脉冲重复频率已达到每秒 200 次。可用来重复工作的激光工作物质,首先必须要有低的阈值。在脉冲光泵作用下,阈值在很大程度上取决于它的脉冲持续期是否比荧光寿命长。当光泵是由脉冲持续期比亚稳态寿命短的非常短的脉冲光提供时,荧光和猝灭过程浪费的能量可以忽略不计。因此,这类短脉冲振荡的阈值能量差不多全由激光线的跃迁几率决定,而不是由荧光的量子效率决定<sup>[3]</sup>。

已经对含有  $\text{Nd}^{3+}$  的基质玻璃进行了许多研究,得知硼酸盐玻璃的荧光寿命比其它氧化物玻璃短<sup>[4,5]</sup>。然而,当无辐射过程存在时,较短的荧光寿命并不一定意味着有较高的辐射跃迁几率。主要要看玻璃具有的激光线的跃迁几率有多高。因此,已选择钡硼玻璃(重量百分比组成: 50%  $\text{BaO}$ , 10%  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 30%  $\text{SiO}_2$ )作彻底的研究。

在玻璃基质中,  $\text{Nd}^{3+}$  离子的浓度猝灭效应减短了寿命,因而也减低了量子效率。在荧光测定中能明显地观察到这种猝灭现象。当  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  的浓度从 0.5% (重量) 增加到 5% 时,  $4\text{F}_{3/2}$  态(所有可能的跃迁都源自这个态)的寿命从 190 降低到 70 微秒,而激光线的量子效率从 0.66 降到 0.25。但是,相应于  $4\text{F}_{3/2} \rightarrow 4\text{I}_{13/2}$ 、 $4\text{F}_{3/2} \rightarrow 4\text{I}_{11/2}$  和  $4\text{F}_{3/2} \rightarrow 4\text{I}_{9/2}$  荧光线的三个主要跃迁比并不随浓度改变。 $4\text{F}_{3/2} \rightarrow 4\text{I}_{11/2}$  激光线(1.06 微米)的跃迁速率估计是  $3.5 \times 10^3 \text{秒}^{-1}$ , 这是其它钡冕或钠硅玻璃的 2 或 3 倍。量子效率低而跃迁几率高,标志着钡硼玻璃的特性,这就决定了在脉冲工作时有低的阈值。

因此,考虑了泵浦能量的特殊吸收之后,所采用的玻璃棒便含有 5% (重量) 的  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 。其直径为 2 毫米,长度为 50 毫米。端面共焦地抛光,涂上 99% 和 100% 的反射介质膜。这根玻璃棒固定在玻璃管里面,管外围以能滤去 5,000 埃以下的辐射的  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液(重量浓度为 2%),用以滤去无用的紫外辐射和热量。直管氙闪光灯和玻璃棒十分接近地装在镀铝的圆柱形反射镜(直径为 100 毫米)的中心,两者的中心保持 10 毫米的距离。圆柱形反射镜在这种应用中产生有效的耦合和椭圆形的几何结构。

这种仔细设计的玻璃棒和光学共振腔表现出有效的能量耦合。输入闪光灯的阈值是 2 焦耳(6 微法, 820 伏)。闪光的最大脉冲半宽度约为 40 微秒。电容器用硅可控整流器充电电路充电,电容器能量通过由触发脉冲发生器控制的 WJ6 Sendaltron 输入闪光灯。

(下转第 58 页)