

半导体激光器的性能、使用方法及其在工业中的应用(下)

中国科学院上海光机所半导体激光组

二、半导体激光器的使用方法

半导体激光器在制成之后,因为器件很小,使用起来不方便,而且也需散热,所以,一般均需加电极,如图 10 所示。电极形状可以不同,或大或小,或方或圆。将激光器放在下电极的缺口处(参见图 10(b))。里面再用二块高阻片垫起来,再放上上电极,然后烧结,为了加固,再在两侧和背后用环氧树脂胶接起来。一般说来,这样制得的管芯也是牢固的。但在实际使用中用螺钉固定时,如果用力过猛,则容易使上、下电极在某处相连,使激光器失效;或者使激光器与上电极脱离接触,使管子不通。面接触的激光器可以有更高的机械强度。在应用中可适当地将管芯封装起来。这样可以避免环境气氛的影响,延长器件的寿命。

拿到激光器管芯后,首先应该判别它的正反向。在目前试制的激光器上有一红点,有红点的为正电极。光是从靠近红点的平面内辐射出来的。用万用表测量正反向电阻应该有明显的差别,否则,该器件是不正常的。

将激光器的正反向弄清之后,就可加上脉冲电流,用红外变象管看是否发光。也可用肉眼通过显微镜观看近场发光情况。如果观察到一条较连续的红线(长度与激光器宽度相等),则该器件是好的。在实际使用的场合,测量阈值电流 J_{th} 可能不方便,可用脉冲示波器直接测量

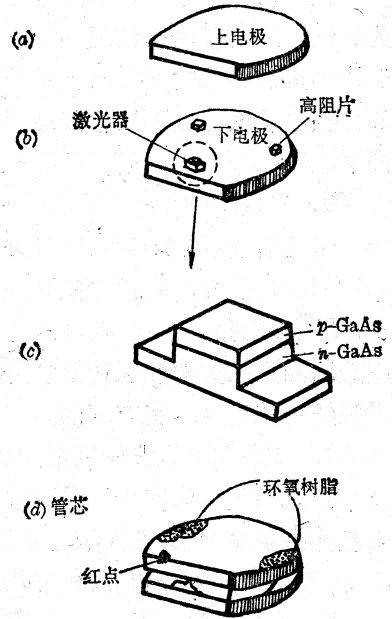


图 10 砷化镓激光器管芯结构示意图

激光器上的电压波形,如图 11 所示。从而可得到“阈值电压”。然后令器件在小于三倍“阈值电压”的范围内工作。应当指出,阈值是与温度密切相关的,必须注意测试时的温度。

激光器所需脉冲电流的形成,可参看文章[1]中的激光电源线路图。

用红外变象管观察到激光之后,就需将激光器和光学系统联系起来。光学系统可根据需要选择。如需要一束平行光,选用一个凸透镜即可。考虑到激光器发散角为十几度,可以选用一只 1:3~1:4 的透镜,就足以收集全

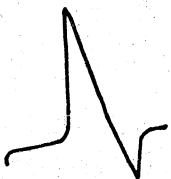


图 11 激光器上的电压波形

部的光。孔径大小,按实际情况而定。为了获得一束好的平行光,需要我们仔细调节激光器和透镜间的位置。配置不好,我们就不能充分利用激光器的光能。图 12 是配置不好的几种情况。

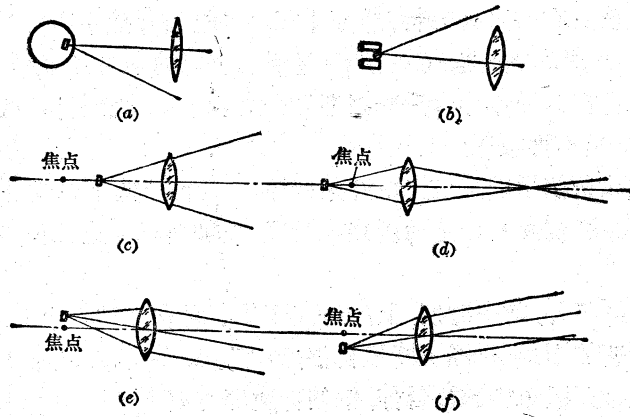


图 12 激光器和光学透镜配置不好的几种情况

由于工艺上的原因,目前研制的激光器并不能保证其光束垂直于电极的缺口。如果在装管烧结时,激光器有偏斜,光束就可能跑到凸透镜的外面而浪费掉(图 12(a))。如果电极不平,则光束可能向上或向下偏掉(图 12(b))。

装调不好,也不能产生好的平行光。如果激光器到透镜的距离小于焦距,则光束发散(图 12(c))。若大于焦距,则光束会聚后发散(图 12(d)),这些情况使在远处的光斑变大,真正能利用的光能则很小。如果激光器偏离透镜的光轴,那么,即使它是处在焦平面内,能产生平行光,这平行光束将同透镜的光轴有一夹角(图 12(e、f)),这会对较远距离的对光增加困难。因此,要充分利用激光器发出的光能,就需要我们仔细调节。一般可借助红外变象管,调节激光器相对于透镜的位置和角度,改变红外变象管到发射透镜之间的距离,由近而远,观察光斑大小,如果光斑基本不变,则就可认为获得了较好的平行光。

图 13 示出了一种实验用的激光发射头总装配图,它包括输出变压器、激光器和光学透镜。输出变压器初级为 8 圈或 9 圈,绕在高频磁环上,次级 1 圈由变压器和激光器件外壳构成。这里选用的透镜为 $\phi 27$ 毫米, $f=30$ 毫米。当然,究竟选用什么样的透镜,应依实际需要而定。

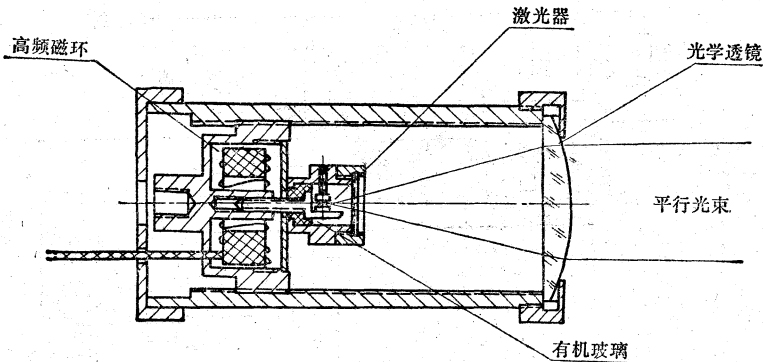


图 13 激光发射头装置示意图

三、半导体激光器在工业中的应用

由于半导体激光器具有一系列的特点,如体积小,重量轻,效率高,结构简单,能直接调制,牢固、价廉,可大量生产等等。因此,可以预见,这种激光器可以在工业中获得广泛的应用。

由半导体激光器所构成的半导体激光报警器,光电开关,光电计数线路已经在文章[1]中有了较详细的介绍,这里不再叙述。

冲天炉料位检测仪所使用的正是光电开关线路。当料位低于光线时,加料机处于工作状态,继续向炉内加料;当料位高到一定程度挡住光线时,加料机停止工作,从而达到控制料位的目的。

除冲天炉料位检测仪外,前一时期,上海地区还作了种种赏试。上海工人阶级将半导体激光器试用于织布机转速的测量;整经机断经自停;码布车数字码布,织布机光电探纬;丝织机起糙自停;粗纱机断头自停;织布机起糙自停;钢筘计数等方面。

当然,这些试验还是初步的,还需要完善,需要考验。但是,上海工人阶级所取得的这些成绩是十分可喜的。它具有巨大的鼓舞力量。它表明,半导体激光器除了在军事方面应用之外,在工业中也有着巨大的应用潜力。有理由相信,将半导体激光器作为脉冲光源的光电转换技术将很快地渗透到各个工业部门中去,为我国工业的自动化、现代化作出自己的贡献。

四、目前应用中碰到的几个问题

目前,许多单位在使用半导体激光器的过程中,普遍碰到如下一些问题:

1. 对光问题

普遍感到,对光比较困难,距离较远时,尤其如此。这是半导体激光器所发出的光不可见所致。这是一个弱点。但是借助于红外变象管可以部分地克服这一弱点。在10米以内的任何距离,可用红外变象管直接观察平行光的光斑。然后,将接收器放在光斑位置上,可很容易地对好光。在某些情况下,也可在更远距离上这样做。

还可用光敏管探测,用表头指示,以判断光的有无和强弱。图14是许多单位正在采用的表头指示线路。

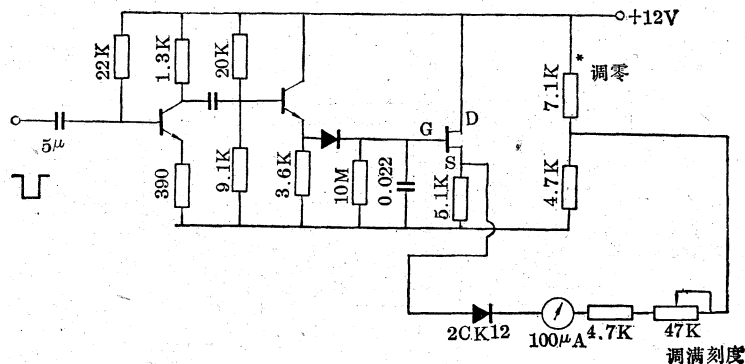


图14 表头指示线路,输入信号来自接收线路的放大级输入端

在对光时,可参考光束旁边的基准直线(如粗纱机)。用红外变象管由近而远,同时测量光束对于基准直线的偏离程度,则能较快地对好光,远距离对光则应借助于与光束平行的望远镜。

人们还在实践,还在总结,我们相信,这种对光问题是能逐步解决的。最近,上海第一丝织厂的工人师傅,创造了这样一个经验:发射头不动,在箱帽上更换激光器,仅需几分钟就能对好光。

2. 灵敏度和可靠性问题

这是普遍关心的一个问题。这里所说的灵敏度是指一个物体以多快的速度经过光线时,才能使文章[1]中所描述的接收线路动作。有的应用如冲天炉料位检测仪,要求迟钝,以免鼓风吹起的煤块等,经过光线时产生误动作;有的应用,则要求灵敏,如丝织机起糙自停,则希望在开口时有几丝不清,就能发生作用。

一般来说,这个灵敏度的问题同下列因素有关:(1)激光器的重复频率。显然,物体经过光线挡去光路的时间,必须大于脉冲光的周期,否则就可能从间隙中逃过去而不发生作用。(2)接收线路中的单稳时间常数及单结晶体管振荡器的时间常数。如果调试得当,则当物体经过光线时,只须挡去一个光脉冲,单结晶体管就能振荡。这时,灵敏度最高。如果增大上述时间常数,就要降低灵敏度,即当物体经过光线时,必须挡去几个以上的脉冲。接收线路才能起作用。(3)发射孔径、接收孔径。如果物体远小于发射孔径或接收孔径,则即使物体在光线中不动也不能将光挡住,接收线路不会动作。要正常工作,发射孔径和接收孔径应与经过光线的物体的大小差不多。(4)物体经过光线的速度。由于线路的动作是同物体挡住光线的的时间有关的,因此,物体经过光线时,能使线路动作的最大允许速度同物体的大小有关。大的物体可有较大的允许速度;小的物体,如果速度太快,则可能使线路不动作。如果小物体又要以较大速度经过光线时,则要求系统有较高的灵敏度。

此外,在“丝织机起糙自停”等革新项目中,灵敏度还明显地同光功率的强弱有关。光太强,织糙引起的光通量变化太小,接收系统不动作。但是,由于激光器、可控硅等因素的影响,光功率在几小时后,要有一点下降,这种下降,就可能使织机停下来。让系统休息或人为地增加一点光功率,织机又重新运转。这是目前“丝织机起糙自停”装置难以推广的一个重要原因。人们正在努力,例如,采用3CT1GD;使激光器断续工作;在线路上实行自动补偿等,争取做到既灵敏,又可靠。目前已经有了一定的进展。

当然可靠性还同其它因素有关,比如线路的可靠性、激光器的可靠性等等。

3. 温度影响

前已说明,神化镱激光器的光功率随温度升高而下降,如图5曲线(1)所示。如果环境温度变化不大,系统的灵敏度又不高,则一般不必附加特殊措施,线路就能正常工作;若工作环境变化较大(如野外),则可能需要采取一些措施,以证保激光器在比较大的温度范围内,输出的光功率不变,比如,在激光器上串接一个0.几欧姆的热敏电阻(图15),就得到图5的曲线(3),如果再并联一适当的锰铜丝,就可得到图5的曲线(2)。如前所述,温度升高时,如果电流不变,则光功率下降;但同时热敏电阻阻值下降,通过激光器的电流升高,从而使光功率上升,使光功率在较大温度范围内基本不变。

上节所谈到的自动补偿与此不同,它直接受光的控制。如果某一因素使光减弱,则线路可使光自动增强;反之,自动减弱。如果没有这种补偿措施,在工作电流不变的情况下,当温度升

高时,激光器输出的光功率会减小,甚至不发光;温度下降时,激光器输出的光功率会增大,甚至将器件烧坏。

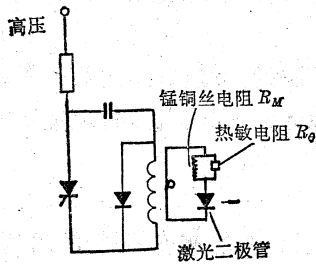


图 15 激光电源的脉冲形式部分。为进行温度补偿,与激光器串联一中热敏电阻 R_0 。并入的锰铜丝,是为使 R_0 在较大温度范围内随温度线性变化

4. 激光器的寿命

工业应用并不要求激光器有很大的功率,但要求它稳定、可靠、长寿命。

目前,半导体激光器仍处于试制阶段。一些器件并未经过严格的挑选和进行例行试验,因此器件之间的差异往往是很大的。实验表明,一般水平的器件在 5 米远的报警系统中工作,其寿命可大于 1000 小时,一个器件在 40°C 的条件下工作了 500 小时,功率未见显著衰减。激光器正在受生产实践的考验。冲天炉料位检测仪、丝织机起糙自停装置、织布机转速仪等性能样机实际运转表明,选用的半导体激光器的寿命是可以满足实际生产需要的。

激光器的寿命除了同本身质量有关外,还同下述因素有关。

- (1) 注入脉冲电流底宽。底宽越窄,发热减少,寿命越长。
- (2) 工作电流大小。工作电流越小,寿命越长。
- (3) 重复频率越低,寿命越长。

当然,一些偶然因素会使激光器很快损坏。如工作电流过大,会使 $p-n$ 结烧坏;输出的光功率过大,会使激光器表面损坏;安装时用力过猛,会将激光器压碎等等。

现在激光器已经由工厂进行生产。我们相信,随着工艺过程的完善和稳定,数千小时甚至上万小时寿命的激光器是会很快出现的。

五、结 束 语

这份资料简单介绍了半导体激光器的性能、使用方法及其在工业中的一些应用。显然,这些内容是很不全面的。它同文章[1]一起,仅供目前正在使用半导体激光器的同志们参考。半导体激光事业目前正在迅速发展,我们深信,用半导体激光器作为脉冲光源的光电技术,一定能更好地为各个工业部门服务,能够传递声音信息的激光通讯系统,能够进行多路控制的激光遥控系统等等,也一定会在工业上找到应用。半导体激光本身将成为一个新兴的活跃的技术在祖国的社会主义建设事业中发挥积极的作用。

参 考 资 料

- [1] “半导体激光报警器及光电转换技术”,《物理》,1974, 3, No. 4, 208.