兵器激光
1984年第2期

输出参数稳定的铜蒸气激光器（节译）

实验表明，通过馈加一个或几个附加电脉冲定向改变工作物质正态粒子和受激态粒子的浓度、电子的温度和浓度来控制自限跃迁激光器振荡特性的可能性。以铜蒸气激光器为例，当脉冲重复频率在宽范围变化时实现了脉冲能量的稳定，在规定频率范围的一个频率上实现了振荡平均功率的稳定。建立了一个脉冲铜蒸气激光器模型，当脉冲重复频率在0.25～6.5千赫范围变化时它具有恒定（精度1～3%）的振荡脉冲能量。

一、序　　言

金属原子自限跃迁脉冲激光器是可见光波段里最有效的相干辐射源。它们把诸如高的脉冲功率和平均功率、高效率下的窄脉冲宽度、高的脉冲重复频率等优点组合到一个装置之中[1,2]。然而，它们具有这样一些缺点：例如，激活体温度、振荡能量、振荡脉冲功率和平均功率，以及振荡脉冲波形都与激励脉冲重复频率有着密切的依赖关系。在自加热激励方式下，这些缺点表现得最明显[3,4]，这时候，周期重复的泵浦脉冲同时完成两个任务：第一，它们使介质加热到工作温度，并且以此建立所需要的金属蒸气浓度；第二，依靠共振能级和亚稳态能级的不同激励速率在电流脉冲的前沿建立工作跃迁的粒子数反转。因为加热效率随着泵浦脉冲宽度的增加而得到增高，而脉冲振荡能量的增加却是在缩短激励脉冲的条件下才能达到，因此，在自加热激励方式中采用了折衷方案，这就是效率不够高的原因之一。这时，不可能独立地调节加热和使激励脉冲参数最佳化。此外，在这种激光器中，实际上随着气体放电等离子体成分的变化，当周围环境温度变化时以及当激励脉冲重复频率变化时，一切有参数都会发生变化。

二、振荡参数稳定的激光器的脉冲-周期激励方式

当自加热激光器长期工作在最佳脉冲重复频率时，可以获得恒定的激活介质温度和相同的泵浦电脉冲参数。这就可以在脉冲重复频率恒定时获得相同的平均功率和相同的振荡脉冲能量。这时，激光器输出参数恒定的程度将取决于脉冲-周期放电参数的重复性，以及气体放电等离子体所有参数恒定在一个水平上的程度。但是，当脉冲重复频率降低时，送到放电管内的平均功率降低，这就使激活介质的温度、金属蒸气的浓度和振荡能量全都下降。此外，脉冲间隔的增加会降低产生脉冲前的电子浓度[7,8]。脉冲前等离子体参数的变化，最终会导致脉冲振荡能量、振荡脉冲宽度、脉冲功率和平均功率变化[4,9,10]。为了有效的影响振荡参数，提出在工作介质的电极上加两个脉冲-周期放电的方法，其中一个的任务是实现粒子数反转，第二个的任务是定向地改变气体放电等离子体的参数。第一个放电的参数可以在最大

版权所有©《激光技术》编辑部

振荡功率或者最高效率方面最佳化。改变第二个放电脉冲的形状、输入能量和时间分布，通过改变工作物质正态和受激态原子的浓度、电子的温度和浓度等，就可以控制振荡特性。

把上述的脉冲－周期放电分成两部分可看作是一种设想。这是因为在激励金属蒸气激光器的电子线路中要形成预先给定形状和一定顺序的脉冲是一项复杂的技术课题。通过把两个或几个简单的脉冲－周期放电叠加起来产生具有复杂波形的周期泵浦脉冲却相当简便。

实现自加热激光器这种工作状态的可能途径之一，可以是在宽的范围里改变振荡脉冲的重复频率，这种途径是通过改变放电参数使脉冲能量保持恒定。激光器的这种工作状态，对于需要改变脉冲重复频率的激光器系统，例如，在记录图象信息和全息图象信息时，在导航装置中，在进行激光大气测量时，是必不可少的。

图1示出一种脉冲振荡能量稳定的金属蒸气激光器激励方式的曲线图。正如从图上看到的，在形成激励脉冲的同时形成宽度为τ的附加脉冲，它的斜率和振幅低于激励脉冲的相应参数，而在附加脉冲期间被送到放电中去的能量，却使送到激励脉冲中的能量提高到K倍。τ和K的数值应满足下列关系：

$$\tau=(f_{max}-f)/ff_{max}$$
$$K=(f_{max}-f)/f \qquad (1)$$

式中，f_{max}是激励激光器的最高脉冲重复频率；f是激励激光器的脉冲重复频率。满足条件(1)即可保证在各种脉冲重复频率下送到激活元件中去的能量恒定，以及前一个加热脉冲和紧跟着它的激励脉冲结尾时间相同。这种激励方式在重新调整脉冲重复频率时只需要通过改变时间宽度来改变一个参数——附加脉冲能量。在必要的场合也可以调节振荡脉冲的能量，例如，通过改变激励脉冲的振幅。

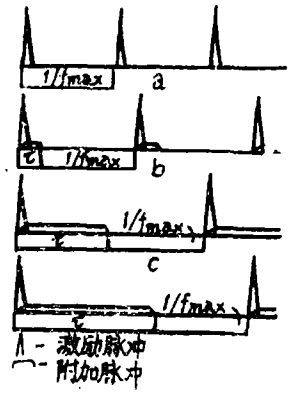

图1 当频率f变化时，振荡能量稳定的激光器激励方法的曲线图。

a. $f=f_{max}$；b. $0.8f_{max}$；c. $0.5f_{max}$和d. $0.4f_{max}$；a. $K=0$；b. 0.25；c. 1和d. 1.5；a. $\tau=0$；b. $0.25/f_{max}$；c. $1/f_{max}$和d. $1.5/f_{max}$

三、实验设备的描述（略）

稳定激光器的示意图见图 2 。

四、结果及其讨论（略）

五、结　论

1.提出自限跃迁金属蒸气气体放电激光器输出参数控制的方法，这种方法同时形成两个脉冲－周期放电，其中一个建立工作能级间的粒子数反转，而另一个定向地改变诸如正态和受激态原子的浓度、电子的浓度和电子的温度等这样一些等离子体参数。

2.在稳定热状态和在控制激光器输出振荡参数的状态，在一个宽的双重脉冲重复频率范

版权所有 © 《激光技术》编辑部

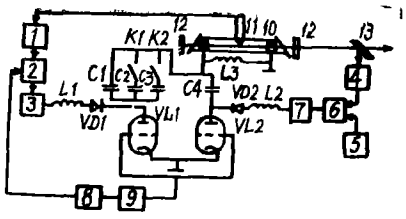

图2 带有稳定输出参数的激光器线路图。1. 温度测量计；2、6. 电子调节器；3、7. 高压整流器；4. 输出参数测量器；5. 输出参数设定器；8. 主控振荡器；9. 调制器；10. 气体放电管；11. 热偶；12. 谐振腔反射镜；13. 分光板；K_1、K_2 高压真空继电器；C1～C4. 工作电容；L_1、L_2 充电电感；L_3 旁路电感；VD1、VD2. 充电二极管；VL1、VL2. 闸流管

围里，对铜蒸气激光器进行了研究。实践证明了在改变脉冲重复频率的条件下稳定激光器振荡脉冲能量的可能性，以及在个别场合，在脉冲重复频率的一个频率上以1％的精度稳定平均振荡功率的可能性。

3. 研制了一台工作在0.51微米和0.58微米波长上的脉冲铜蒸气激光器模型，其输出脉冲能量为0.25毫焦耳，在0.25～6.5千赫的脉冲重复频率范围里稳定精度为1～3％。

参 考 文 献 （略）

译自 Квантовая Электроника, 1983, T.10, No.5, P.974～979.

王世贵 译　　钟尧 校

版权所有 © 《激光技术》编辑部

GDY高精度多功能干涉仪通过技术鉴定

以波长为计量单位的光学干涉计量是公认为最精密的检测手段，而干涉仪种类甚多，在应用上各有其特殊意义，但价格昂贵、既怕振动又要求严格的空调与恒温，这些是各类干涉仪的共同缺陷，因而深感使用不便。华东工程学院在多年研制生产高精度的泰曼干涉仪与全息干涉仪的基础上又研制成功GDY高精度多功能干涉仪，完全克服了国内外精密干涉仪的有关弱点，创造性地将国内外公认为最有代表性的精密干涉仪——泰曼干涉仪、马赫干涉仪、法布里-珀罗干涉仪、迈克尔逊干涉仪及激光全息干涉仪等综合于一体，并皆达到各类干涉仪器的高精度要求，而且和泰曼干涉仪相比不增加新的光学元件，所以鉴定会代表一致认为："该仪器设计新颖，性能优良，可进行多种光学精密测量，属国内首创，尚未见国外有类似产品报道。"作为该仪器综合精度的标志是它作为泰曼干涉仪时的综合干涉图的波差小于$\lambda/20$（小于二十分之一波长）性能达到国外同类仪器的先进水平。而该仪器克服了国外精密仪器在使用条件上怕振动，要求严格空调恒温的严重缺点。由于该仪器使用了华东工程学院独创的高阻尼隔震器，使仪器能在实验室甚至车间的强振动环境中正常工作。并不需专门的空调设备，可在一般实验室条件下工作。鉴定会在12℃的室温（远离国内外标准工作温度20C°）工作，实测综合干涉图，仪器精度达$\lambda/30$。

代表们一致认为该仪器不仅多功能，高精度，而且对使用环境要求低，因此有很大的实用价值和经济价值，建议小批量生产推广使用，争取进入国际市场。

（华东工程学院物理教研室　供稿）