

超高频泵浦小型低噪声He-Ne激光器

描述一台以横向超高频放电等离子体作为激活介质的小型He-Ne激光器。激光器的辐射器是一种同轴结构。泵浦源采用由半导体器件装成的超高频(频率500MHz)功率振荡器。所研制的激光器的优点是:辐射输出功率高,固有噪声电平低,体积小,重量轻。

对于He-Ne激光器提出了一系列完全矛盾的要求。一方面,He-Ne激光器应该在小型化和低的固有噪声电平下具有尽量高的辐射功率,以及尽可能宽的辐射功率调节范围。另一方面,激光器应该保证在长时间运转和各种非稳定因素影响下具有高的能量特性和频率特性的重复性。当以超高频放电等离子体作为激光器激活介质时很容易充分地满足上述要求^[1~4]。本文描述一台He-Ne激光器,它由超高频横向泵浦,具有低的固有噪声电平,以单模方式工作,辐射波长 $\lambda = 632.8\text{nm}$ 。激光器总体包括辐射器、超高频功率源和一段超高频电缆。激光辐射器是一种同轴结构。在公共框架上固定着气体放电管、超高频放电激励装置和光谱谐振腔(图1)。

激光器气体放电管用C-49玻璃制成,有两个用K-400有机硅胶粘贴的布儒斯特窗。为了

不难证明,在这种情况下,入射光与两条反射光均在同一平面内。

现在再考虑应如何调试谐振腔。如图2所示,在产生谐振时,镜1应转到镜1'与镜2光轴垂直的位置上,这时,镜1应旋转 α 角,或者球面镜旋转 α 角亦可,如图3所示。

三、调 试

首先用He-Ne激光器作准直光源,将TEA CO₂激光器两镜面的平面调平行,然后再将He-Ne光照射到球面镜上,在离球面镜15m处,找出其镜的两条反射光线,并求出其夹角 β ,再由(2)式计算出 α 角。然后调节球面镜,使其平面的法线在由两条反射线构成的平面内转动 α 角,锁定球面镜,于是谐振腔调试完毕。

我们用这种方法调试了若干台封离式CO₂激光器,调整精度达到秒级。这种调试方法亦适用于不透可见光的球面镜构成的谐振腔。

参 考 文 献

- [1] 母国光,《光学》,人民教育出版社,1978年9月第一版,第16页。

抑制波长 $\lambda = 3390\text{nm}$ 的辐射振荡，一个布儒斯特窗用K-8玻璃制成。另一个布儒斯特窗用石英玻璃制成。管子的激活长度为145mm，外径为7mm，气体放电沟道的直径为2mm。

气体放电管里填充着同位素 ^3He 和 ^{20}Ne ，分压力比为 $P_{\text{He}} : P_{\text{Ne}} = 7 : 1$ ，总压力为266Pa。

为了提高气体放电管的寿命，带有两个总容积为 30cm^3 的充有气体的备用气瓶。在一个气瓶里装有受热作用的KHT-2型含钛除气剂。光谱谐振腔反射镜具有下列参数：反射系数 $\Gamma_1 = 99\%$ ， $\Gamma_2 = 99.9\%$ ， $R_1 = \infty$ ， $R_2 = 0.8\text{m}$ 。同轴结构可以使激光束与激光光轴精确地吻合，从而保证光谱谐振腔的刚性，亦即保证输出参数的高度稳定性，还可以屏蔽在沟道中建立超高频放电的超高频谐振腔。

为了防止激光反射镜受到外部的影响和获得好的电磁屏蔽，在辐射器的端面安装着保护罩。当采用包含有气体放电管的谐振腔时，很容易实现谐振腔与传输系统的匹配条件，实际上，所有从超高频功率源输送出来的功率都消耗在激光器的工作容积内。超高频谐振腔是一段非均匀的带状传输线，传输线的两个导体面对面地紧贴在气体放电管的壁上（图2）。谐振腔的电极用真空喷涂的方法喷涂到气体放电管的壁上，并且紧接着在电解质溶液中接长。沿着谐振腔的轴形成泵浦超高频场的驻波，这会造成放电沿气体放电管明显的不均匀。

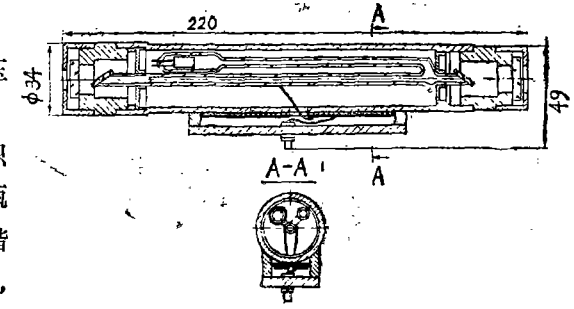


图1 激光辐射器的结构

为了提高沿着管子长度放电的均匀性，采用一些电感元件在几个等距离点上把带状线段短路（图2）。电感量的大小从下述条件中选择：

$$L_p = \rho / 2\omega \text{tg} \theta_1$$

式中， ω 为超高频场的频率， ρ 和 θ_1 为波阻抗和包括放电管的线的电长度。电感的数量由给定的沿管长的放电均匀性程度确定，等于2。电感量的大小为50nH。在结构上，电感由几圈镀银铜导线作成。应当指出，类似的谐振腔可以实现沿腔轴方向任意预先给定的均匀电场。

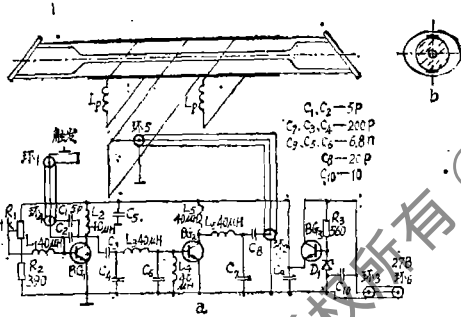


图2 激光器泵浦装置的原理电路。

T_1, T_2 是KT934, T_3 是KT908, Π_1 是 $\Pi 814$

放电激励的谐振腔与传输线路的匹配采用四分之一波长阻抗变换器。变换器起着终端封闭环线的作用，封闭环线接到线段与激光管中间。传输线路接到环线之点离开短路端的电长度 $\theta_{\text{环}}$ 和相应于使谐振腔与传输线路完全匹配之点由下述条件确定：

$$\sin^2 \theta_{\text{环}} = \rho_0 / R_{\text{e}}$$

式中， ρ_0 为传输线路的波阻抗， R_{e} 为谐振腔的等效阻抗。对于所描述的谐振腔 $\rho = 150\Omega$ ， $\rho_0 = 50\Omega$ ， $R_{\text{e}} = 1000\Omega$ 。

在结构上，按照微带工艺，在厚度为1mm的陶瓷薄片上制成变换器。激励放电的超高频谐振腔在文献[1, 2]中进行过详细地讨论。

超高频功率源由半导体主控自激振荡器和功率放大器组成(图2)。由于有无放电负载的谐振腔谐振频率分布在20~50MHz[2, 3], 所以功率放大器选用宽带放大电路。输入和输出匹配回路是带有契贝谢夫(Чебышев)工作衰减特性的π通滤波器。功率放大器的晶体管工作在“C”类状态, 这可以保证放大器高的能量特性。

超高频功率源装在尺寸为138×48×1mm³的22XC材料陶瓷板上。匹配回路的元件, 除了电容器以外, 按照薄膜工艺做成微带线段的形式。

为了触发放电, 在超高频功率源中引入了一个“触发”按钮。在正常状态按钮闭合, 自激振荡器被调谐在放电负载的谐振腔频率上。如果激光管中没有点火放电, 则谐振腔就失调了, 振荡器的功率就小了。在这种工作状态, 电源的功率不足以触发放电。按一下“触发”按钮, 自激振荡器的频率就被调谐到无负载谐振腔的频率上。这时, 电源与谐振腔的匹配得到很大改善, 从而就在激光管中触发放电。“触发”按钮恢复到起始状态就可以在放电点火的条件下使超高频功率源与负载谐振腔相匹配。

在超高频功率源中引入了一个保护装置, 以防止自激振荡器和放大器的晶体管在电源回路中因电压的突变产生瞬间击穿。当供电电流为0.7~0.75A时, 装置把供电电压限制在27V, 并且可在不改变输出参数的条件下经受得住电源高达60V的短时间电压骤增。激光器的输出功率用电位器R来调节。

图3和图4上给出激光器特性的研究结果。图3给出单模振荡状态激光器的输出功率与泵浦频率为500MHz的超高频功率值之间的关系。在这个图上还给出在用直流感电泵浦该激光器激活介质时类似的关系。超高频放电激光器的能量特性具有单调的特点, 这就提供了均匀调节激光器输出功率和实现激光调制的可能性。类似激光器的能量特性在文献[1, 3, 4]中进行过详细的讨论。

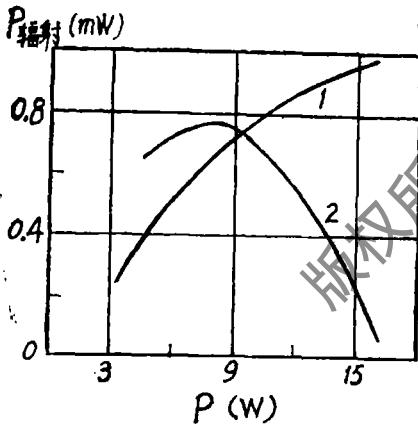


图3 激光器输出功率与超高频泵浦功率值之间的关系。
1. 单模振荡状态($f_{\text{泵}} = 500\text{MHz}$);
2. 直流感电泵浦激活介质的情况

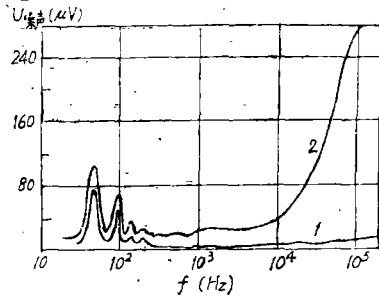


图4 激光器辐射噪声电平: 1. 在超高频放电泵浦激活介质时的情况($U_{\text{辐射}} = 7.8\text{mV}$);
2. 在直流感电激励激活介质的情况($U_{\text{辐射}} = 4.8\text{mV}$)

所研制的激光器的优点是: 没有电抗性振荡, 固有噪声电平低。图4 (下转第44页)

- [3] U.S.P., 38, 32056, Aug.27, 1974.
 [4] 中国矿业学院测量教研室编,《激光测距仪》,煤炭工业出版社。
 [5] Ranger Master-III《维修手册(英文)》。
 [6] U.S.P, 3,900,259, Aug.19, 1975.
 [7] U.S.P, 3,778,160, Dec.11, 1973.
 [8] U.S.P, 3,728, 025, Apr.17, 1973.
 [9] U.S.P, 3,787, 118, Jan.22, 1974.

(上接第30页)

给出对于超高频放电泵浦和直流放电泵浦在20~20000Hz的频率范围里激光辐射噪声的测量结果。测量采用选择微伏计B6-6。由图可见,在上述频率范围内超高频放电泵浦的噪声电平<0.5%,减为直流放电泵浦的1/10~1/30。

激光器的外形示于图5(略)。

应该给出激光器的一系列参数:激光器的输出功率1mW,振荡状态的输出时间20~25ms,电源电压27V,消耗功率20W,泵浦频率500MHz,超高频功率源的效率40%,辐射发散角5',光束偏离辐射器几何轴0.1',超高频功率源的尺寸156×77×45mm³,总重量0.9kg。

参 考 文 献 (略)

译自 ИТЭ, 1984, No.4, P.176.

王世贵 译 中尧 校

· 简 讯 ·

Cobra 激 光 加 工 机

工业激光器已经作为精密切割工具用,特别便于作简单的切割。但是,用这些激光器加工复杂形状的工件,则不甚成功。现在,研究出解决这一问题的办法:把一个活动激光头与一个工业机器人相连。设计了一种称作Cobra可编程序且能进行微机控制的激光加工装置。这种装置使用最大功率输出1.2kW的CO₂激光器。从固定的光学装置发射出激光束,经过机器人手臂结合处精密安装的一系列镀金铜镜的校正,最后射向加工头。加工头上的透镜聚焦光束,然后用压缩气体冷却透镜,这有助于清除工作区域的气体和碎屑。由于密封系统可以活动,使激光能以最佳角度进行曲面加工。

Cobra激光加工机能够切割、焊接或热处理各种材料,例如,金属、塑料、木材、陶瓷以及复合材料。这种激光器是与国立皇家原子能局的Culham实验室共同研制的,英国目前正在制造这种装置。工程师们认为,它将对汽车、飞机制造特别有用。

译自 Popular Science, 1984, vol.224, No.2, P.10.

殷卫宁 译 陈天玉 校