

采用表面声波的气体激光器调频

目前所用的大多数声光装置的作用原理,基本上都可归结于,传播着体超声波的透明介质的折射率在空间范围内做周期性变化;激光辐射时产生衍射。当两种波(波矢量为 $K = \frac{\Omega}{v}$ 的声波和波矢量为 $k = \frac{\omega}{c}$ 的光波)相互作用并满足布喇格条件

$$2m\theta\sigma = \frac{1}{2}(K/k)$$

的情况下,便会发生这种衍射。

衍射光与入射光的方向相差 $2\theta\sigma$ 角;衍射光的波矢量由 $k = k \pm K$ 求出,而角频率则是 $\omega' = \omega \pm \Omega$ (\pm 号由 $\theta\sigma$ 的符号决定)。

声光衍射效率,即衍射光强度与入射光强度之比,由表达式[1]

$$\eta = \frac{I_m}{I_0} = \sin^2[\alpha(P_{ak})^{1/2}]$$

来确定。这里 P_{ak} —声波总功率,而 α —是一个与发生声光相互作用的介质的弹性性能和光学性能有关的常数。

使光束偏转所必须的声功率 P_{ak} 为[2]

$$P_{ak} = \frac{2\lambda_0^2}{\pi^2} \frac{H}{L} M^2$$

其中 λ_0 —光波长; M —介质的声质量指数; H —声波深度; L —相互作用长度。

可见,在小的控制功率情况下,为确保有效的相互作用,必须减小 H 和增大 L 。沿薄膜光波导管传播的光波适合于这个条件,这种波导管表面可激发出表面声波[3]。

这样的系统只消耗很小的控制功率(量 H 与表面波长 λ 是同测度的量),因为两个波是沿表面层传播的,与体声波装置相比允许增加相互作用范围。表面波的另外一个优点就是使用不透明声光材料也行;这种波的激励方法简单易行。

下面来探讨一下,用表面声波使薄膜波

导管中传播的光的衍射(来改变气体激光器频率)的可能性。

这种类型的声光调制器是以利用电场在波导管平面内所感应的相位衍射光栅为基础的。具有电光性能的材料可用来作为波导管使用。加于换能器上的交变电场会引起折射率周期性的变化,因而引起光在波导管平面内产生某一角度的衍射。一级衍射的衍射光频由表达式

$$\omega_1 = \omega \pm \Omega$$

求得。

如果改变频率 Ω , 就可以平滑地改变衍射波的频率。 $10 \div 3 \cdot 10^3 MHz$ 的表面波的频段将确定气体激光器调频的范围。

下面我们将研究采用表面声波的声光调制器在非线性气体激光光谱学中应用的一个可行方案(图1)。

充有低压谐振—吸收气体的吸收池受到两个迎面波照射。频率为 ω 的强的直接波 I_{up} 使气体的吸收饱和。通过声光调制器后移频为 $\omega \pm \Omega$ 的衍射波被用来作为反向探测波 I_{odp} 。同其中的每一个波都能相互作用的仅仅是这样的一些气体粒子,它们的速度能充分补偿多普勒展宽量子跃迁中心频率的失调[4]。

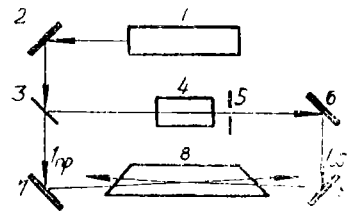


图1 带有采用表面波声光调制器的非线性激光分光计:

- 1—激光器; 2、6、7、9—转向反射镜;
- 3—分束板; 4—声光调制器; 5—光阑;
- 8—气体吸收池。

(下转52页)

校正光学仪器用的基准反射镜

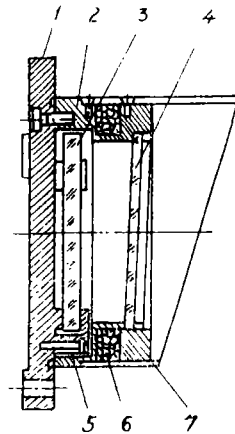
在调整和检验光学仪器的时候大部分采用平面镜。可是平面镜具有如下的缺点：为了提高精度和消除在通过玻璃层时出现的二级光泽，在玻璃外面涂镀的反射涂层，因介质的作用（使表面的质量恶化和减少反射系数的水雾、灰尘和其它残渣的沉降）而不能受到保护。

由于弄脏与蒙上水汽会发生信号的减弱，同时为了恢复反射率必须对镜面作机械清洗，但是甚至在最精密地完成这种工序的情况也出现积累下来的擦痕，从而使镜子破坏。

更换镜子与恢复它的性能是与大量花费工作时间有关系。因此就提出一项任务：或者找到一种坚固的反射涂层，或者创造能消除上述缺点和延长其寿命的镜子结构。由于价格高与程序复杂不能采用铍涂层。用电加温装置装备镜子在结构形式上是复杂的并且仅解决部分问题：消除露水，而在低温时会难于完成检验仪器的工作。选定了带有能完全保护反射涂层免受外介质作用的玻璃反射

镜。这种反射镜在温度 $+5 - -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的室内和在正常温度下进行了成功的实验。尽管在具有零下温度的室内在保护玻璃表面上极小部分出现霜，去掉它不引起镜面的损坏。

基准反射镜的结构（参看图）。应该在卫生条件保证的特殊车间进行镜子装配；装配时所有零件接合处要密封。在塞满硅胶之前内空隙要用干氮气吹。



1—外壳，2—干燥剂盒，3—反射镜，4—防护玻璃，5—弹簧，6—干燥剂，7—安全罩

译自“Оптико-механическая промышленность” № 2, 1979

上接50页

如果扫描激光的频率，并以数值为 $\omega = \omega_0 \mp \frac{\Omega}{2}$ 的光频率进行扫描时，探测波将与这样的粒子相互作用，这些粒子的吸收作用已被强的直接波所饱和并且它们都具有在光波方向上的非零值的分速度

$$v_{\perp 2} = \pm \frac{\Omega}{2\omega_0} c,$$

其中 c —光速。结果，在 $\omega_0 \pm \frac{\Omega}{2}$ 的频率上，反向波的透射率得到剧烈增加，即发生了所谓窄谐振〔4〕。

如果改变表面波的频率，则在气态物质的多普勒吸收线任一实际频段内，都能出现窄谐振。波导管的薄膜结构使得在不大的控

制功率下获得足够高的衍射效率。

这种采用表面声波的窄谐振频率的可调性，可用于气体中物理过程的研究和光谱学研究，也可用于两个以窄谐振方式稳定的气体激光器频率偏移的研究，旨在消除其中一个激光器对另一个激光器频率的影响和对绝对差频的稳定记录。该方法在易于做到提高衍射效率的红外波段特有前景。

显而易见，在测量气体激光器—吸收池④系统频率特性的基础上来研究表面声波各种参数的这一相反课题也是可行的。

译自“Известия Вузов (СССР—Радиоэлектроника)” Том $\times \times$, № 10, стр. 78. 1977.

〔郑力 译 荆宝全 校〕