

远红外激光辐射特性的测量

苏锦文 熊守仁 史国良 姜山

(中国科学院上海技术物理研究所)

光泵远红外激光器是远红外谱区的重要辐射源。在 GaAs 肖特基势垒二极管(SBD)外差混频远红外接收实验中, 光泵远红外激光器作为信号源或本振源而得到应用。远红外激光与各种接收系统(例如 SBD 混频接收系统、准光学接收系统)的输入耦合, 都与远红外激光辐射的场分布(模式)、输出功率以及偏振等辐射特性有密切关系。因此, 远红外激光辐射特性的测量显得十分重要。

在远红外激光器中, 对于 TEM₀₀ 模产生激光振荡的共振腔腔长 $L_{qnm}^{(\lambda)}$ 应满足

$$L_{qnm}^{(\lambda)}/(\lambda/2) = q + \frac{1}{\pi}(2m+n+1)\cos^{-1}\sqrt{g_1g_2},$$

其中 λ 、 q 、 m 、 n 分别为远红外激光波长、纵模及横模指数; g_1 、 g_2 为远红外激光器的结构因子。因此, 对于确定结构的激光谐振腔可得到 $[L_{qnm}^{(\lambda)} - L_{q00}^{(\lambda)}]/(\lambda/2)$ 的理论值。由实验中的腔长扫描曲线, 也可测量 $[L_{qnm}^{(\lambda)} - L_{q00}^{(\lambda)}]/(\lambda/2)$ 的实验数据。由此可确定远红外激光输出的横模。另一方面, 在激光器输出窗口, 使热释电探测器横向扫描, 可测量激光辐射的横向电场分布。我们对 HCOOH 432.6 μm 等激光辐射进行了测量。实验表明, 对于我们的实验装置, 其中采用孔径费涅尔数为 3.8×10^{-3} 的激光输出耦合孔, 可得到 TEM₀₀ 模的激光辐射输出。这一结果与 J. R. Cumpbell 等理论计算是一致的。

由实验测量的高斯分布, 应用热释电探测器可粗略地测定 70.6~576.2 μm 多条远红外激光谱线输出功率。实验结果表明: 118.8 μm 可获得大于 15 mW 的输出; 496 μm 可有大于 4 mW 的输出; 246 μm 、254 μm 、432 μm 、447.2 μm 等可有大于 2 mW 输出。

远红外激光输出与泵浦光束同样是线偏振光。并且远红外激光的偏振方向对每一种远红外跃迁有固定的取向。远红外激光输出的激光偏振方向不是平行于输入泵浦光束的偏振方向, 就是垂直于输入泵浦光束的偏振方向。这一现象可以用分子转动总角动量向量取向于最大泵浦吸收的泵浦电场电矢量方向的理论来解释。

我们在实验中应用本所绕制的线栅来测定远红外激光输出的偏振方向。实验结果与 T.Y.Ohang 等人的结果一致。