

一种新型的折迭腔气体激光器

林云山

(应用物理系)

摘 要

本文提出一种新型的折迭腔气体激光器,对折迭腔稳定性和激光器输出功率进行理论分析,导出腔的稳定条件和激光器的最佳工作程式,给出了一个折迭数 $N=5$ 的激光器的有关计算曲线。

一、引 言

通常,折迭腔是一种由三个或更多个分立的反射镜构成的开放式光学谐振腔。它的主要优点是在保持器件尺寸不太大的情况下,获得足够长的激活长度,提高激光功率输出。然而,传统的折迭腔激光器,由于要安装多个分立的反射镜和放电管,不仅装配、调整复杂,而且体积急剧增大,机械性能也差,特别当折迭数目多,将给激光器的结构和制作带来困难,等等。本文提出一种由两个特殊形状的角顶(顶角为 90°)反射镜组成的新型折迭腔激光器。它具有结构紧凑、体积小、稳定性好等优点,在折迭数目多的场合,更显示出它的优越性。同时,对折迭腔的稳定性和激光器的运转程式进行理论分析,给出一些计算曲线可供设计参考。

二、角顶(顶角为 90°)反射镜折迭腔

这种新型折迭腔实际上仅由两只特殊的角顶反射镜构成。分析时将它分解为图1所示的结构形式,其中 M_R 是一个曲率半径为 R 的凹面反射镜, M_1 为一角顶中心开有小孔的 90° 角顶反射镜, M_2 为 90° 角顶反射镜, M_0 为平面反射镜。

1. 腔内傍轴射线往返传播的矩阵表达式

假定一傍轴射线从腔的一端凹面反射镜 M_R 上出射,其行进方向如图1中箭头所示。光线经1, 2, 3, ..., $(2s+1)$ 行程抵达平面反射镜 M_0 。然后,又在平面镜 M_0 上反射使之按原途径返回,最终再回到凹面镜 M_R 上。至此,射



图1 折迭腔原理图

本文1987年2月18日收到。

线在腔内完成一次往返, 假设入射射线的初始斜率为 θ_i ($\theta_i \ll 1$), 初始坐标为 r_i . 那么, 射线在腔内往返一次, 其总的坐标变换为

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix} &= T_{d1} T_{a1} T_l (T_{m2} T_l T_{m1} T_l)^s T_{a2} T_{d2} T_0 T_{d2} T_{a2} (T_l T_{m1} T_l T_{m2})^s T_l T_{a1} T_{d1} T_R \begin{bmatrix} r_i \\ \theta_i \end{bmatrix} \\ &= T_{2s+1} \begin{bmatrix} r_i \\ \theta_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_i \\ \theta_i \end{bmatrix} \quad (S=1, 2, 3, \dots) \end{aligned} \quad (1)$$

式中, T_{d1} 、 T_{a1} 、 T_l 、 T_{a2} 、 T_{d2} 分别表示射线在自由空间行进距离为 d_1 、 a_1 、 l 、 a_2 、 d_2 时的变换矩阵^[1], T_{m1} 、 T_{m2} 分别为射线通过 90° 角顶反射镜 M_1 和 M_2 的变换矩阵^[2], T_0 为平面镜 M_0 对射线的反射矩阵, T_R 为凹面镜 M_R 对射线的反射矩阵. 这些矩阵分别表示为

$$\begin{aligned} T_{d1} &= \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_{a1} = \begin{bmatrix} 1 & a_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_l = \begin{bmatrix} 1 & l \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \\ T_{a2} &= \begin{bmatrix} 1 & a_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_{d2} = \begin{bmatrix} 1 & d_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_{m1} = \begin{bmatrix} -1 & -2a_1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \\ T_{m2} &= \begin{bmatrix} -1 & -2a_2 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad T_0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{2}{R} & 1 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (2)$$

方程 (1) 中的 T_{2s+1} 称为往返矩阵, 它表示傍轴射线在腔内往返一次总的变换矩阵. 其数值为

$$\begin{aligned} T_{2s+1} &= \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \\ &= T_{d1} T_{a1} T_l (T_{m2} T_l T_{m1} T_l)^s T_{a2} T_{d2} T_0 T_{d2} T_{a2} (T_l T_{m1} T_l T_{m2})^s T_l T_{a1} T_{d1} T_R \end{aligned} \quad (3)$$

将方程 (2) 中各项代入式 (3), 通过矩阵运算得

$$\begin{aligned} T_{2s+1} &= \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 - \frac{4}{R} [(2s+1)(a_1 + l + a_2) + (d_1 + d_2)] & 2[(2s+1)(a_1 + l + a_2) + (d_1 + d_2)] \\ -\frac{2}{R} & 1 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

式中

$$\begin{aligned} A &= 1 - \frac{4}{R} [(2s+1)(a_1 + l + a_2) + (d_1 + d_2)] \\ B &= 2[(2s+1)(a_1 + l + a_2) + (d_1 + d_2)] \\ C &= -\frac{2}{R} \\ D &= 1 \end{aligned} \quad (5)$$

于是, 将方程 (4) 代入式 (1) 就得到描述图 1 所示的折迭腔中傍轴射线完成一次往返总的坐标变换表达式, 即

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix} = T_{2s+1} \begin{bmatrix} r_i \\ \theta_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_i \\ \theta_i \end{bmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 - \frac{4}{R}[(2s+1)(a_1+l+a_2)+(d_1+d_2)] & 2[(2s+1)(a_1+l+a_2)+(d_1+d_2)] \\ -\frac{2}{R} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} \quad (6)$$

显然, 如果傍轴射线在腔内往返任意多次, 则总的坐标变换可写为

$$\begin{pmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{pmatrix} = T_{2s+1}^{(n)} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}^{(n)} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} \quad (7)$$

2. 折迭腔的稳定工作区的确定

要使腔能稳定地运转, 必须是傍轴射线在腔内往返任意多次而不致横向逸出腔外。也就是说, n 次往返矩阵 $T_{2s+1}^{(n)}$ 对任意 n 值保持有限。显然, n 次往返矩阵等于 n 个往返矩阵的乘积, 即

$$T_{2s+1}^{(n)} = \underbrace{T_{2s+1} T_{2s+1} T_{2s+1} \cdots T_{2s+1}}_{n \text{ 个}} \quad (8)$$

根据矩阵理论得

$$T_{2s+1}^{(n)} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}^{(n)} = \frac{1}{\sin \phi} \begin{pmatrix} A \sin n\phi - \sin(n-1)\phi & B \sin n\phi \\ C \sin n\phi & D \sin n\phi - \sin(n-1)\phi \end{pmatrix} \quad (9)$$

式中

$$\phi = \arccos \frac{1}{2}(A+D) \quad (10)$$

从方程(9)可知, 为使 $T_{2s+1}^{(n)}$ 对任意 n 值保持有限, 则 ϕ 值应为实数且不等于 $K\pi$ ($K = 0, 1, 2, \dots$)。于是, 由方程(10)就得到腔的稳定条件为

$$\left[\frac{1}{2}(A+D) \right]^2 < 1$$

或

$$-1 < \frac{1}{2}(A+D) < 1 \quad (11)$$

对于图1所示的折迭腔结构形式, 往返矩阵对角线元素 A 和 D 已由方程(5)给出。于是腔的稳定条件由方程(11)得

$$-1 < 1 - \frac{2}{R}[(2s+1)(a_1+l+a_2)+(d_1+d_2)] < 1$$

或

$$R > (2s+1)(a_1+l+a_2)+(d_1+d_2) = L_{eff} \quad (12)$$

方程(12)表明: 当凹面反射镜的曲率半径 R 大于射线在腔内行进的光程总和时, 腔是稳定的。或者说, R 大于折迭腔的有效长度 L_{eff} 时, 腔能够稳定地运转。因此, 一旦腔的任何结构已经选定, 就能方便地从腔的有效长度来确定满足稳定条件所必需的凹面反射镜的曲率半径。例如, 腔的折迭数 $N = (2s+1) = 5$ 时, 则凹面镜的曲率半径 $R > 5(a_1+l+a_2)+(d_1+d_2)$ 就能使腔稳定地运转。

3. 角顶反射镜的顶角偏差对腔稳定性的影响

实际上, 角顶反射镜的顶角不可避免地存在制造公差, 即近似地等于 90° 。那末, 顶角

微小偏差对腔稳定性如何影响呢? 下面将进行具体分析。假定顶角等于 $(\gamma+\xi)$, 而 $\gamma \approx (\pi/4) + \delta$, $\delta \ll 1$, $\xi = (\pi/4) + \varphi$, $\varphi \ll 1$ 。那么, 这时角顶反射镜(顶角 $\approx 90^\circ$)对傍轴射线的变换矩阵可写为^[2]

$$\begin{pmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -2a \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} 2a(\delta + \varphi) \\ 2(\delta + \varphi) \end{pmatrix} \quad (13)$$

式中, 对于从光轴上方入射于反射镜上表面的射线, 常数项前的符号取“-”, 从光轴下方入射于反射面下表面的射线, 其常数项前的符号取“+”(图 2)。

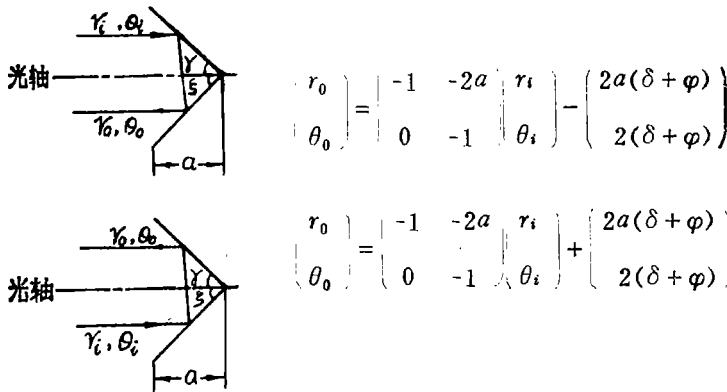


图 2 顶角 $\approx 90^\circ$ 的角顶反射镜对傍轴射线的变换矩阵

$$\left(\gamma = \frac{\pi}{4} + \delta, \delta \ll 1; \quad \xi = \frac{\pi}{4} + \varphi, \varphi \ll 1 \right)$$

从方程(13)可知, 在计入顶角存在微小偏差的情况下, 角顶反射镜对傍轴射线的变换矩阵同方程(2)中的 T_m 表达式相比较, 只增加了一个常数项 $\begin{bmatrix} 2a(\delta + \varphi) \\ 2(\delta + \varphi) \end{bmatrix}$ 。因此, 同推导方程(1)的步序一样, 仅将角顶反射镜对傍轴射线的变换矩阵以方程(13)代替即可。于是有

$$\begin{pmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{pmatrix} = T_{d1} T_{a1} T_l (T_{m2} T_l T_{m1} T_l)^s T_{a2} T_{d2} T_0 T_{d2} T_{a2} (T_l T_{m1} T_l T_{m2})^s T_l T_{a1} T_{d1} T_R \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} \\ + T_{d1} T_{a1} T_l (T_{m2} T_l T_{m1} T_l + 1)^{s-1} \{ [T_{a2}^2 T_{d2}^2 (T_{m2} T_l T_{m1} T_l)^s T_l^2] T_{m1} \\ - 1 \} K_2 - [T_{a2}^2 T_{d2}^2 (T_{m2} T_l T_{m1} T_l)^s T_l - T_{m2} T_l] K_1 \quad (14)$$

式中

$$K_1 = \begin{pmatrix} 2a_1(\delta_1 + \varphi_1) \\ 2(\delta_1 + \varphi_1) \end{pmatrix}, \quad K_2 = \begin{pmatrix} 2a_2(\delta_2 + \varphi_2) \\ 2(\delta_2 + \varphi_2) \end{pmatrix} \quad (15)$$

其它符号的意义如前所述。将方程(2)、(15)代入方程(14), 整理后就得到在角顶反射镜的顶角 $\approx 90^\circ$ 的情况下, 傍轴射线在腔内完成一次往返总的坐标变换矩阵表达式。即

$$\begin{pmatrix} r_0 \\ \theta_0 \end{pmatrix} = T_{2s+1} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} + 2^s \begin{pmatrix} E \\ F \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_i \\ \theta_i \end{pmatrix} + 2^s \begin{pmatrix} E \\ -F \end{pmatrix} \quad (16)$$

式中, $E = -2[(2s+1)(a_1 + l + a_2) + (d_1 + d_2)](\delta_1 + \delta_2 + \varphi_1 + \varphi_2)$; $F = -2(\delta_1 + \delta_2 + \varphi_1 + \varphi_2)$;

A, B, C, D 的表达式见方程 (15)。

将方程 (16) 与方程 (6) 相比较, 不难看出: 在考虑了角顶反射镜的顶角存在微小偏差的情况下, 傍轴射线在腔内往返一次总的坐标变换式中仅多了一个常数项, 而决定腔稳定条件的往返矩阵中的对角线元素 A 和 D 则是相同的, 并与顶角微小偏差 δ 和 φ 无关。因此, 从方程 (16) 可以得出一个重要的结论: 这种新型折迭腔对角顶反射镜顶角的微小偏差是不敏感的。换句话说, 腔的稳定性与角顶反射镜顶角的微小偏差无关。这个特性对激光器的制造和稳定的运转性能是极为有利的, 尤其在振动严重的环境下或是大功率下热应力引起的微小失调都能满意地运转。

三、折迭腔激光器的输出功率

输出功率是激光器的一个重要的性能参数, 它对激光器的实际应用有着密切关系。对于均匀加宽谱线的情况下, 增益系数 g 可表示为

$$g = g_0 / (1 + 2I/I_0) \quad (17)$$

式中, g_0 为非饱和增益系数, I_0 为饱和参数, 它等于增益下降至 $g_0/2$ 时的辐射强度。

现在考虑图 1 所示的激光器, 其中有 N 条长度为 l 的激活区, 输出镜的透射率和损耗率分别为 t 和 a , 其余各个反射面的损耗率为 α_r 。此外, 激活介质还有散射损耗等。若单位长度介质的散射损耗率为 β , 那么, 增益就变为 $(g - \beta)$ 。在稳定状态下, 腔内辐射经过一个完整的往返后其强度不变^[3]。若开始时强度为 I , 经过一次往返后得

$$I \exp[2N(g - \beta)l] (1 - \alpha_r)^{4N-3} (1 - a - t) = I$$

或

$$(1 - \alpha_r)^{4N-3} (1 - a - t) \exp[2N(g - \beta)l] = 1 \quad (18)$$

输出功率 P 与腔内能量密度和输出镜的透射率成正比^[4]。于是有

$$P = C_0 I t \quad (19)$$

式中, C_0 为比例常数。

从方程 (17) 和 (18) 解得 I 为

$$I = \frac{I_0}{2} \left[\frac{2Ng_0l}{2N\beta l - \ln[(1 - \alpha_r)^{4N-3}(1 - a - t)]} - 1 \right] \quad (20)$$

将方程 (20) 代入方程 (19) 就得到图 1 所示的折迭腔激光器输出功率的一般表示式

$$P = \frac{C_0 I_0}{2} \left[\frac{2Ng_0l}{2N\beta l - \ln[(1 - \alpha_r)^{4N-3}(1 - a - t)]} - 1 \right] t \quad (21)$$

四、激光器的工作程式

从方程 (21) 可知, 输出功率是 g_0l , βl , α_r , a , t 和 N 的函数。为分析方便, 方程 (21) 可改写为

$$\frac{2}{C_0 I_0} P = \left[\frac{2g_0l}{2\beta l - 4\ln(1 - \alpha_r) - \frac{1}{N} \ln[(1 - \alpha_r)^{-3}(1 - a - t)]} - 1 \right] t \quad (22)$$

下面分三种情况来讨论:

1) 当 $(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t)=1$ (即 $t=1-\alpha-(1-\alpha_r)^3$) 时, 激光器的输出功率由方程 (22) 得

$$\frac{2}{C_0 I_0} P = \left[\frac{2g_0 l}{2\beta l - 4\ln(1-\alpha_r)} - 1 \right] t \quad (23)$$

从上式可知, 在 $t=1-\alpha-(1-\alpha_r)^3$ 的情况下, 不论 N 为何值, 输出功率保持一固定值。也就是说, 折迭腔激光器失去了应有的功率倍增性能。显然, 这种情况是不可取的。

2) 在 $(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t) > 1$ (即 $t < 1-\alpha-(1-\alpha_r)^3$) 情况下, 方程 (22) 右边方括号内第一项的分母中的最后一项必大于零, 即 $(1/N)\ln[(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t)] > 0$ 。它的数值随 N 的增大而减小, 且当 $N \rightarrow \infty$ 时, 它趋于零。所以, 输出功率随 N 的增大而降低, 且当 $N \rightarrow \infty$ 时, 功率输出趋于一最小值。即

$$\frac{2}{C_0 I_0} P_{\min} = \left[\frac{2g_0 l}{2\beta l - 4\ln(1-\alpha_r)} - 1 \right] t \quad (24)$$

因此, 这种情况也是不可取的。

3) 当 $(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t) < 1$ (即 $t > 1-\alpha-(1-\alpha_r)^3$) 的情况时, 方程 (22) 右边方括号内第一项的分母中的最后一项应小于零, 即 $(1/N)\ln[(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t)] < 0$ 。它的绝对值随 N 的增大而减小, 而当 $N \rightarrow \infty$ 时, 它趋于零。此时, 输出功率为最大。

$$\frac{2}{C_0 I_0} P_{\max} = \left[\frac{2g_0 l}{2\beta l - 4\ln(1-\alpha_r)} - 1 \right] t \quad (25)$$

对于 N 为有限值的情况, 输出功率由方程 (21) 得

$$\frac{2}{C_0 I_0} P = \left[\frac{2Ng_0 l}{2N\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{4N-3}(1-\alpha-t)]} - 1 \right] t \quad (26)$$

而输出镜的透射率为

$$1-\alpha-(1-\alpha_r)^{-4N+3}\exp(2N\beta l - 2Ng_0 l) > t > 1-\alpha-(1-\alpha_r)^3 \quad (27)$$

从方程 (26)、(27) 不难看出: 只要输出镜的透射率 t 满足不等式 (27), 输出功率随着折迭数 N 的增大而增大, 而且, t 的取值都比前两种情况为高, 有利于提高功率输出。这种运转程式即本文所提出的新型折迭腔激光器的工作程式。

应当指出: 虽然输出镜的透射率 t 满足不等式 (27) 时, 激光器就能有效地工作。可是, t 取何值才能获得最大的功率输出呢? 这正是大家最关心的问题。为此, 只要从方程 (26) 中求 P 随 t 变化的最大值, 就得到如下关系式

$$2Ng_0 l = \frac{(1-\alpha-t_m) \{ 2N\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{4N-3}(1-\alpha-t_m)] \}^2}{(1-\alpha-t_m) \{ 2N\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{4N-3}(1-\alpha-t_m)] \} - t_m} \quad (28)$$

式中 t_m 即为输出功率最大时输出镜的透射率, 称为最佳透射率。此时最大输出功率为

$$\frac{2}{C_0 I_0} P_{\max} = \left[\frac{2g_0 l}{2\beta l - 4\ln(1-\alpha_r) - \frac{1}{N} \ln[(1-\alpha_r)^{-3}(1-\alpha-t_m)]} - 1 \right] t_m \quad (29)$$

因此, 对于给定的 $g_0 l$ 和 α_r 、 α 、 βl 、 N 等数值, 就可从方程 (28) 和 (29) 计算出最佳透射率 t_m 和最大输出功率。

作为一个例子, 可取方程 (28)、(29) 中的 $N=5$ 。于是就得到计算折迭数 $N=5$ 折迭腔激光器的输出镜最佳透射率和最大输出功率的表达式。它们分别为

$$10g_0l = \frac{(1-\alpha-t_m)\{10\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{17}(1-\alpha-t_m)]\}^2}{(1-\alpha-t_m)\{10\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{17}(1-\alpha-t_m)]\} - t_m} \quad (30)$$

$$\frac{2}{C_0 I_0} P_{\max} = \left[\frac{10g_0l}{10\beta l - \ln[(1-\alpha_r)^{17}(1-\alpha-t_m)]} - 1 \right] t_m \quad (31)$$

图3就 $\alpha(=\alpha_r)$ 和 βl 的某些值表示出 t_m 和 $10g_0l$ 的函数关系曲线,图4、5分别就 $\alpha(=\alpha_r)$ 、 βl 和 $10g_0l$ 的某些典型值表示输出功率 P 与输出镜的透射率 t 的关系曲线。从这

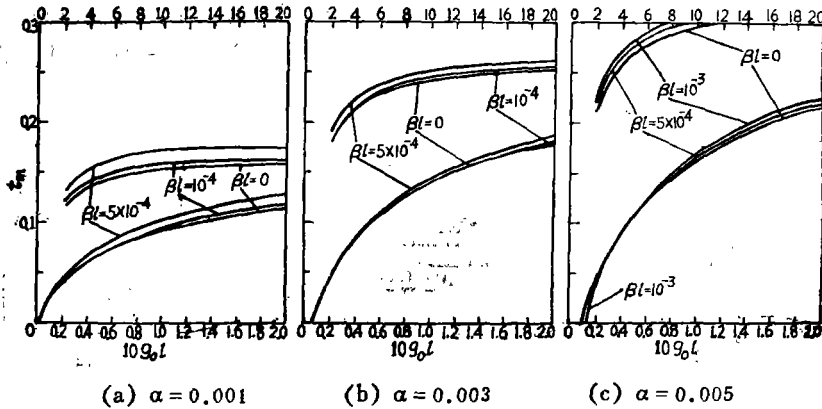


图3 输出镜的最佳透射率 t_m 与 $10g_0l$ 的函数关系

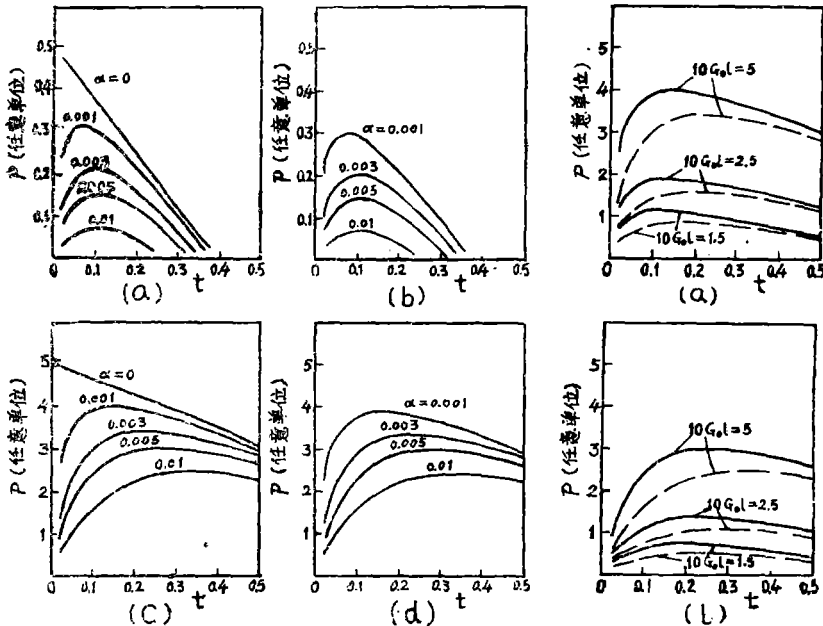


图4 输出功率 P 与输出镜的透射率 t 的函数关系

- (a) $10g_0l = 0.5$, $\beta l = 0$;
 (b) $10g_0l = 0.5$, $\beta l = 0.0005$;
 (c) $10g_0l = 5$, $\beta l = 0$;
 (d) $10g_0l = 5$, $\beta l = 0.0005$

图5 对于 $10g_0l$ 的某些值, 输出功率 P 与输出镜透射率 t 的函数关系

- (a) $\beta l = 0.0001$ — $\alpha = 0.001$,
 — $\alpha = 0.003$;
 (b) $\beta l = 0.0001$, — $\alpha = 0.005$,
 --- $\alpha = 0.01$

些图中曲线可以看出: 1) 对应于一组 g_0l 、 $\alpha(=\alpha_r)$ 、 βl 之数值, 存在一最佳透射率 t_m 。在其它参数固定的情况下, 最佳透射率 t_m 随 g_0l 的增大而增大。在小增益区域, t_m 变化较敏感。而在高增益区域, t_m 的变化则较平稳。2) 激光器的输出功率随输出镜的透射率变化曲线上存在一最大值, 此处所对应的透射率即为 t_m 。3) 当 βl 固定不变时, 输出功率随反射镜的损耗的增加而减小, 随激活介质增益系数的增大而增大。(4) 在其它参数保持定值时, βl 的数值从小增大, 输出功率将随之减小。如 $10g_0l=0.5$ 时, βl 从 0 增大至 0.0005, 输出功率跌落约 7%; 而在 $10g_0l=5$ 的情况下, 输出功率跌落不超过 2.5%。这表明在高增益激光器内, βl 的大小对输出功率的影响较小。

总而言之, 在高增益, 低损耗的情况下, 这种新型折迭腔激光器更能充分显示出优越性, 不仅输出功率大, 而且稳定性也好。

五、结 语

按本文理论分析设计的新型折迭腔气体激光器, 结构紧凑, 体积小, 工作稳定。特别折迭数多 (一般 $N \geq 5$) 的情况, 在有限的器件尺寸下能输出更大的功率, 这是传统的折迭腔激光器所不能比拟的。应当着重指出: 应用于高增益气体激光器, 更能得到理想的性能。至于这种新型折迭腔气体激光器的设计及其运转性能将另文介绍。

参 考 文 献

- [1] Yariv, A., Introduction to Optical Electronics, Chap.2, (1971)
- [2] J.Y.Liou, C.J.Chen and M.Y.Huang, Appl.Optics, 19(1980), 2569.
- [3] Meneely, C.T., Appl.Optics, 6(1967), 1434.
- [4] Maitlan, A.and Dunn, M.H.Laser Physics, Chap.8, (1969).

A New Folded Cavity Gas Laser

Lin Yunshan

Abstract

A new folded cavity gas laser is described in this paper. From theoretical analysis of the stability of folded cavity and the output power of laser, the stability conditions for the resonator and the optimal operation mode for the laser are derived.

Finally, a laser with folded number $N=5$ is calculated and some calculated curves are given.