用于 TEA 激光器的场强分布很均匀的电极

Gerard J. Ernst

（荷兰特文特技术大学应用物理系，恩斯赫德）

为了从横向激励脉冲激光器中获得高输出功率，激活气体具有非常均匀的能量荷载是重要的。这正是要求特别修整过轮廓的电极，使在某一表面范围内产生非常均匀的场强分布的缘故。至今，最好的轮廓是用 Chang 寻出的分析公式作出的。然而，为实现 Chang 轮廓，要求产生方型放电的 TEA 激光器电极的宽度大约为放电宽度的 3.5 倍。然而，对于某些应用，希望要有较小的电极对放电宽度比。例如，在大孔径 CO_2 或 CO 激光器情况下，紫外源与电极中心的距离是一个重要的尺度；又如在大孔径的紫外激光器中，电极电感对总电路电感有相当大的贡献。

我们用了如下的保角变换：

$$\zeta=w+k(w)\sinh w \tag{1}$$

其中 $\zeta=x+iy$, $W=u+iv$, x, y 分别是空间生标，而 u, v 分别为通量函数和势函数。k 被假定是 w 的函数而不是常数。对于每一个 v 值（$|v|<\pi$），相应的等势面的轮廓由下两式给出：

$$x=u+Re(k)\cos v\cdot\sinh u-Im(k)\sin v\cdot\cosh u \tag{2}$$

$$y=v+Re(k)\sin v\cdot\cosh u+Im(k)\cdot\cos v\cdot\sin u \tag{3}$$

这里，u 是游动变量，$Re(k)$ 和 $Im(k)$ 分别是 k 的实部和虚部。

由于这轮廓相对于 y 轴应是对称的，而且 $+v$ 和 $-v$ 二等势面相对于 x 轴要互为镜象，故 k 必为 w 的偶函数。我们考虑 k 是在 $w=0$ 附近由一幂级数的某些项所构成的情况：

$$k=\sum_{i=0}^{n}k_{2i}w^{2i} \tag{4}$$

对于 $n=0$ 的情况，k 是一个常数——k_0，而有两个自由参数 k_0 和 v 用于优化电极轮廓。然而，对于 $n=1$ 的情况，有三个自由参数 k_0, k_2 和 v，故改进的最佳值是可能的。

场强分布为：

$$E^{-2}=|k\zeta/dw|^2=|1+k\cosh w+\frac{dk}{dw}\sinh w|^2 \tag{5}$$

可由在 $u=0$ 附近把它展开成幂级数而完成最优化：

$$E=\sum_{n=0}^{\infty}E_{2m}(k,\ v)\cdot u^{2m} \tag{6}$$

对于 $n=0$ 情形 k_0，仍为选择电极宽度的一个自由参数，而 v 可用于去调整展式（6）之系数 E_2 至 0。对于 $n=1$ 情形，k_0 仍维持为一自由参数，而 k_2 和 v 可用于去调整，以使系数 E_2 和 E_4 二者都为 0。我们将提供直至 $n=4$ 之最优化结果，其时 k_2, k_4, k_6, k_0 和 v 可用来调整，以使 E_2, E_4 E_6, E_8 和 E_{10} 为 0。用甚至更小的电极，可以达到一个远为改进了的场强分布。