

## 將激活干涉濾光器作为光激射放大器的討論

从最近H.雅可布斯, R. A. 包登, L. 哈特金\* V. N. 史密列<sup>(1)</sup> 发表的論文看, 从史氏文章中, 用充滿激活介質的法布里——珀洛結構研究了光激射器的特性。对于为三种介質——空气, 紅宝石, 空气組成放大器之电場增益, 用史氏方程式表示为:

$$\frac{E_0}{E_{in}} = \frac{\sqrt{T_p} e^{-\Gamma d}}{1 - R_p e^{-2\Gamma d}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T_p}} \quad (1)$$

式中 $\sqrt{T_p}$ 为由激活介質到空气的透过系数、 $\sqrt{T'_p}$ 是由空气到紅宝石的透过系数、 $\sqrt{R_p}$ 由紅宝石内光波入射到紅宝石——空气界面上的反射系数、 $E_0$ 則是在第三介質层(空气)中的輸出振幅場, 而 $E_{in}$ 是入射場。

H·雅可布斯等人<sup>(2)</sup> 独立进行了此項工作, 应用了傳輸綫模拟原理或电磁波傳播近似等价边界值理論来分析空气——紅宝石——空气放大器系統, 能举出下面的关系式来:

$$\frac{E_0}{E_{in}} = \frac{1}{\text{Cosh } \Gamma d + \frac{1}{2} \left( \frac{Z_{01}}{Z_{02}} + \frac{Z_{02}}{Z_{01}} \right) \text{Sinh } \Gamma d} \quad (2)$$

式中 $\Gamma$ 为激活介質(紅宝石)中傳播常数,  $Z_{01}$ 为空气中的阻抗和 $Z_{02}$ 为激活介質中的阻抗, 即:  $Z_{02} = J\omega\mu/\Gamma$ 。

对这些特殊边界条件, 我們能够証明(1)和(2)是相等的。再者, 电場的反射比值被給出:

$$\frac{E_R}{E_{in}} = \frac{\frac{1}{2} \left[ \frac{Z_{02}}{Z_{01}} - \frac{Z_{01}}{Z_{02}} \right] \text{Sinh } \Gamma d}{\text{Cosh } \Gamma d + \frac{1}{2} \left( \frac{Z_{01}}{Z_{02}} + \frac{Z_{02}}{Z_{01}} \right) \text{Sinh } \Gamma d} \quad (3)$$

式中 $E_R$ 为第一介質(空气)中反射場的振幅。因此, 使用史氏曾提出过的这种近似值 $\Gamma = \alpha + J\beta$ , 对于負傳导的介質, 我們能够在負傳导率 $\sigma$ 的式子里来定义 $\alpha$ , 在史氏文章中 $\alpha = (\sigma/2)Z_{02}$ 和 $2\alpha = K$ , 并假定 $|\sigma| \ll \omega\epsilon$ 。

应用这些等式, 便提出几点新概念:

1. 透过增益和反射增益在严格相同条件下作振蕩, 这是在考察(2)和(3)的分母时, 可以得到証明的。

\* 美国陆軍电子学研究发展实验室。

2. 对給定的負 $\alpha$ 值或者 $K$ 和同时对很大的 $d$ 值时, 透过增益随着厚度的增加将开始下降同时将达到零的渐近值。这在(1)和(2)式中能見到。初看起来, 好象不可理解, 而这个道理是由于泵浦能量进入到反射波中, 同时其工作模型將出現为一个反射波放大器。

3. 当 $d$ 值比产生最大峰值或振蕩时的 $d$ 值小时, (2)和(3)式, 透过增益大于反射增益。

4. 对給定的負 $\alpha$ 值,  $E_o/E_{in}$ 和 $E_R/E_{in}$ 两者有相关的位相角为 $d$ 值的函数。对于透过而言,  $E_o$ 位相滞后于 $E_{in}$ 的位相; 但当厚度增加到最大 $E_o/E_{in}$ 值时的厚度和更厚一些时,  $E_o$ 的位相超前于 $E_{in}$ 的位相。另外, 对于反射增益 $E_R$ 的位相反过来滞后于 $E_{in}$ 位相, 直到 $d$ 值增加到振蕩的最大增益时的厚度为止。当厚度再增加,  $E_R/E_{in}$ 位相沿 $\pi$ 值振蕩, 同时振幅减小, 最后渐近于 $\pi$ 。

### 参 考 文 献

- (1) V.N.Smiby "An active interference filter as an optical maser amplifier" Pnoe. IEEE Vol 51 pp 120—124 1963
- (2) H.Jacabs, L.Hatkin, D.Hvlmes, and F.A.Brand, "Laser amplifier design theory" 1962 NEREM Rec. pp 32—33

譯自 Pnoe, IEEE Vol 51 no P.933

赵逵武譯 袁幼心校