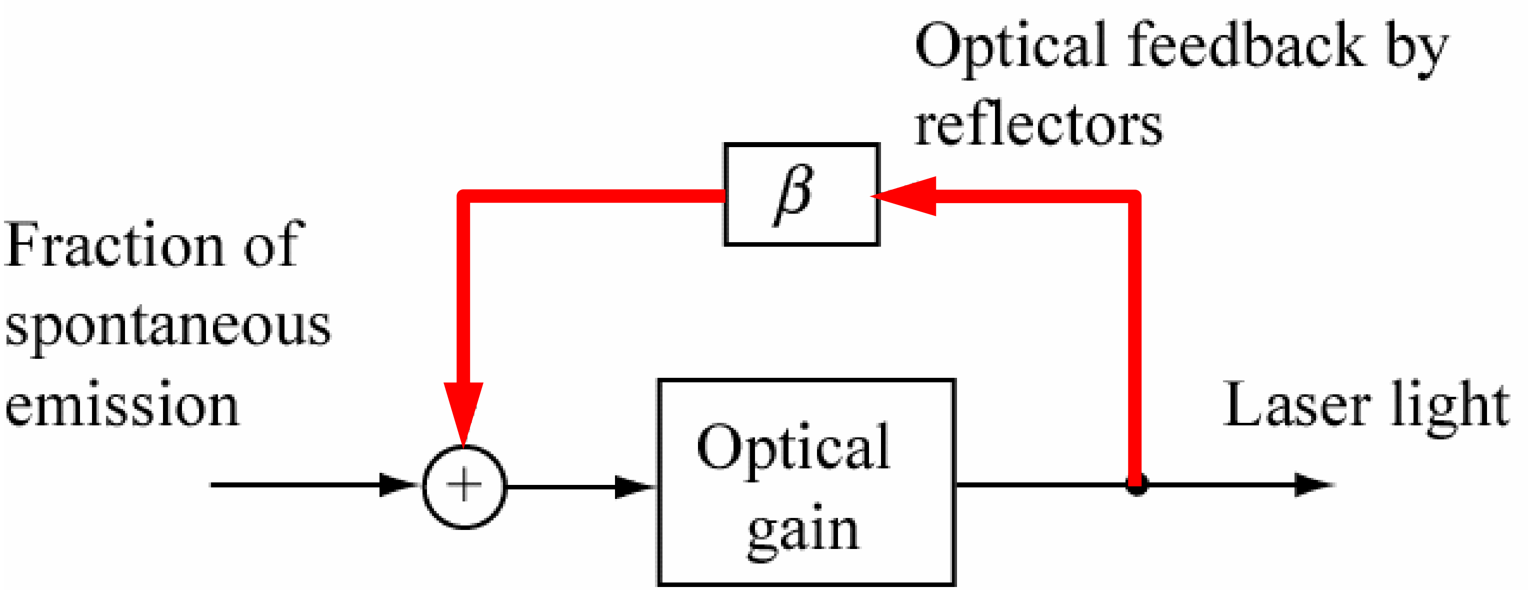
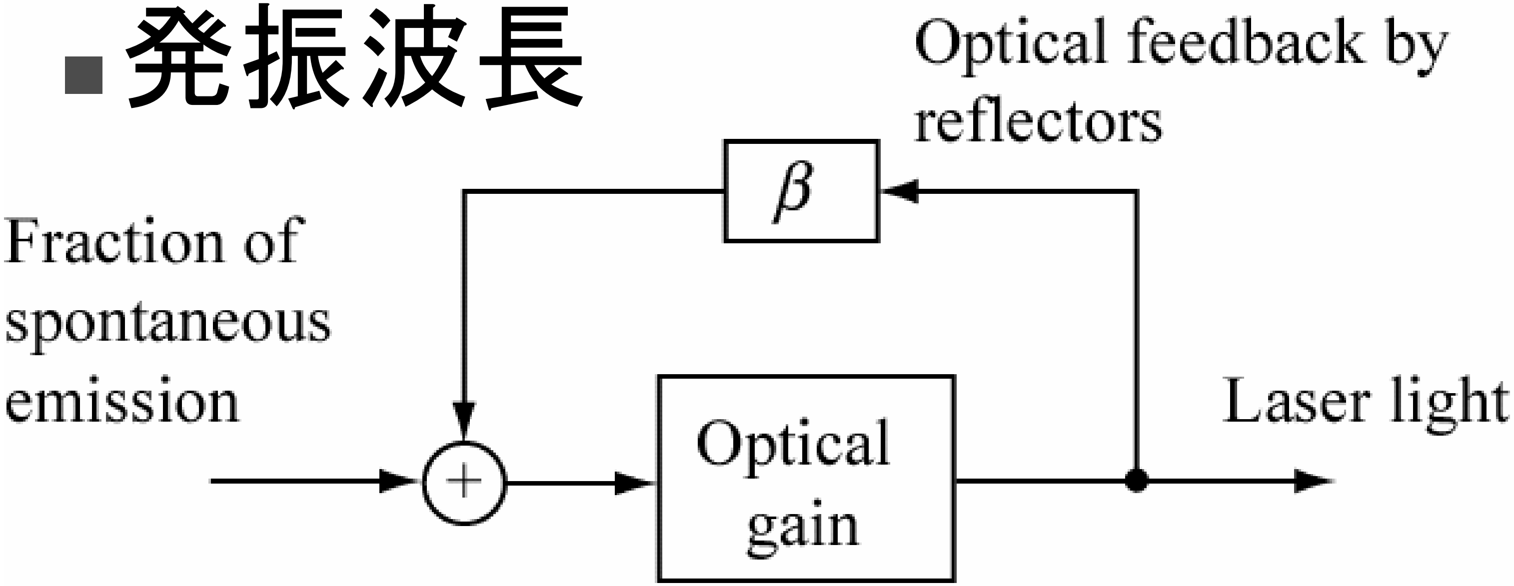
光共振器

- 光のフィードバック
  - ミラー，回折格子



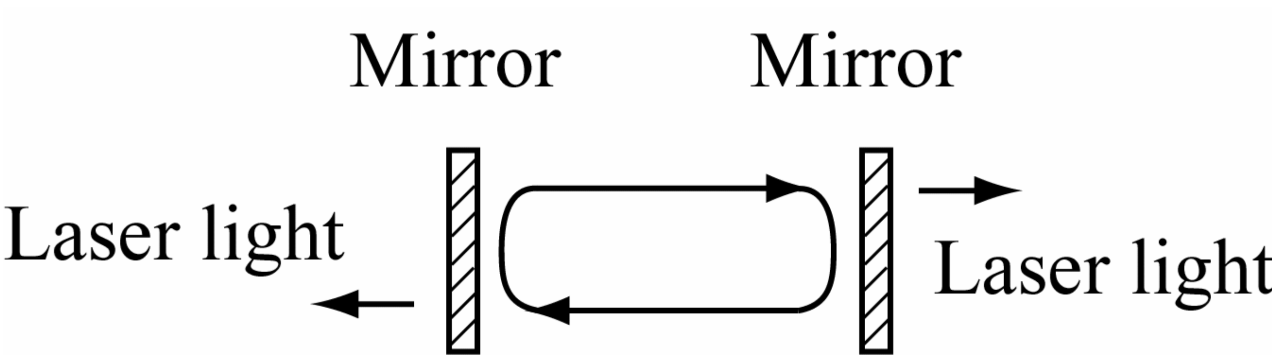
光共振器

- レーザー発振
  - 利得条件
  - 発振波長

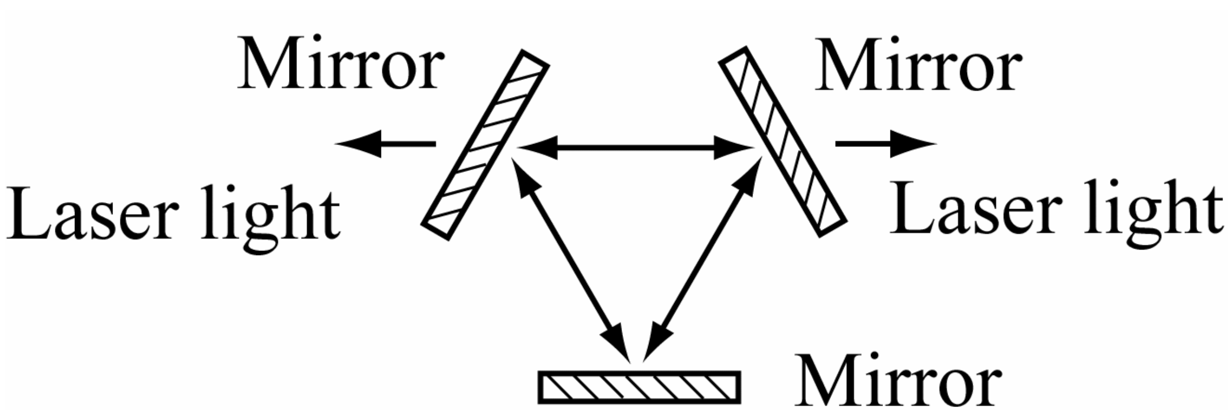


光共振器

- ミラーの組合せ



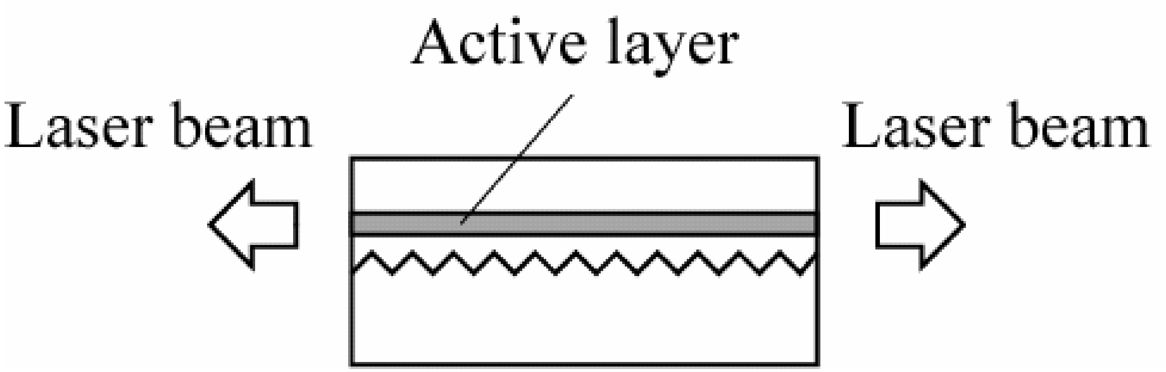
Fabry-Perot
共振器



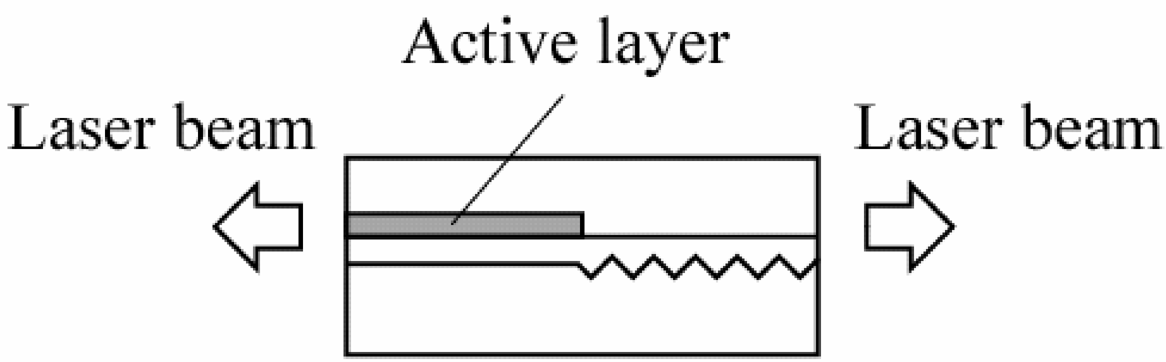
リング
共振器

光共振器

- 回折格子



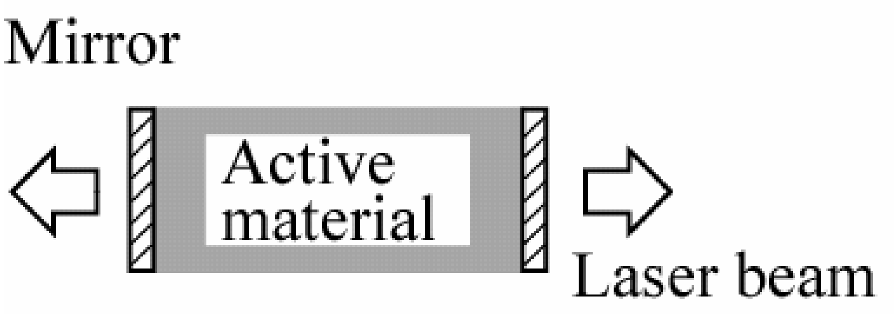
DFB



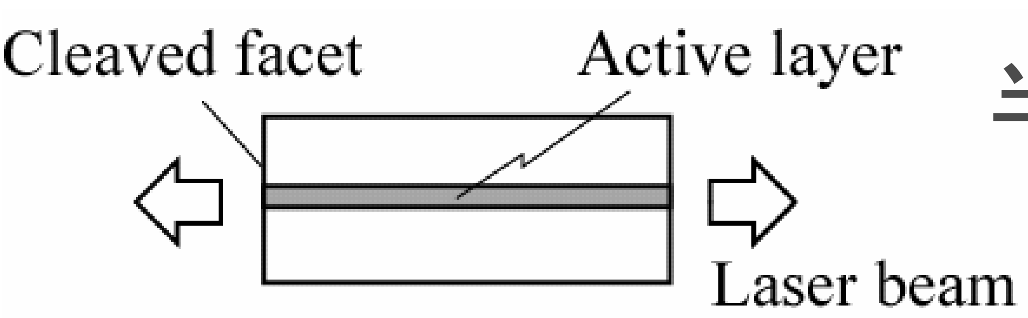
DBR

光共振器

- Fabry-Perot共振器

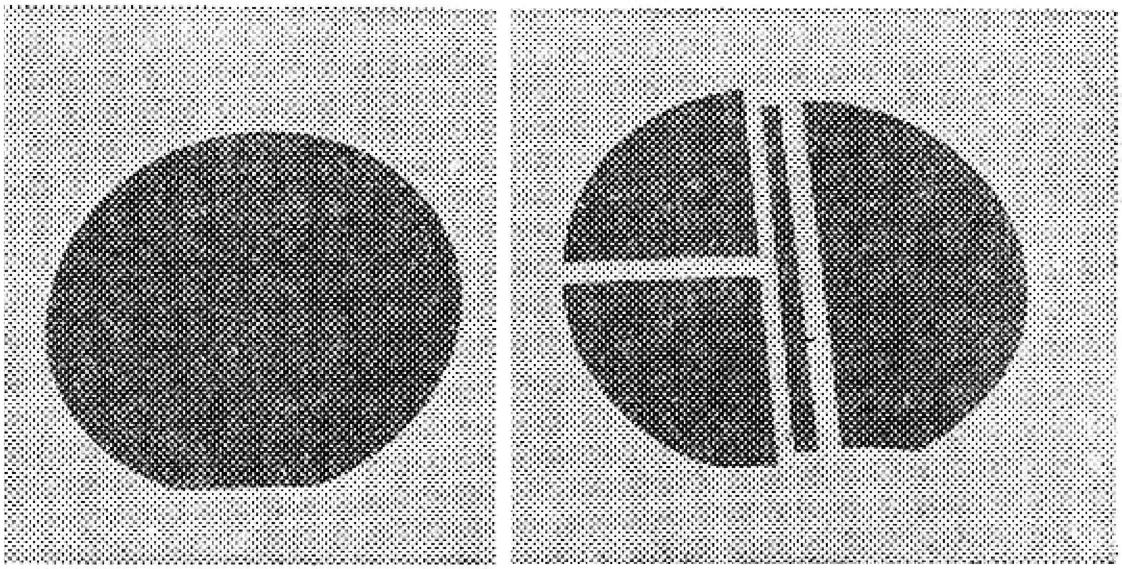


ガスレーザー
ミラー

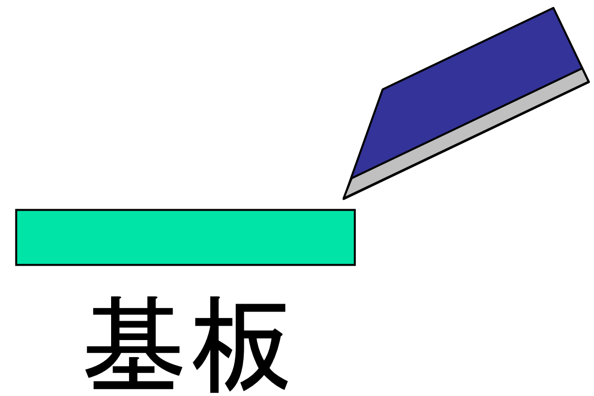


半導体レーザー
へき開面

へき開



半導体基板　へき開後



原子間力が弱い面

⇒へき開面

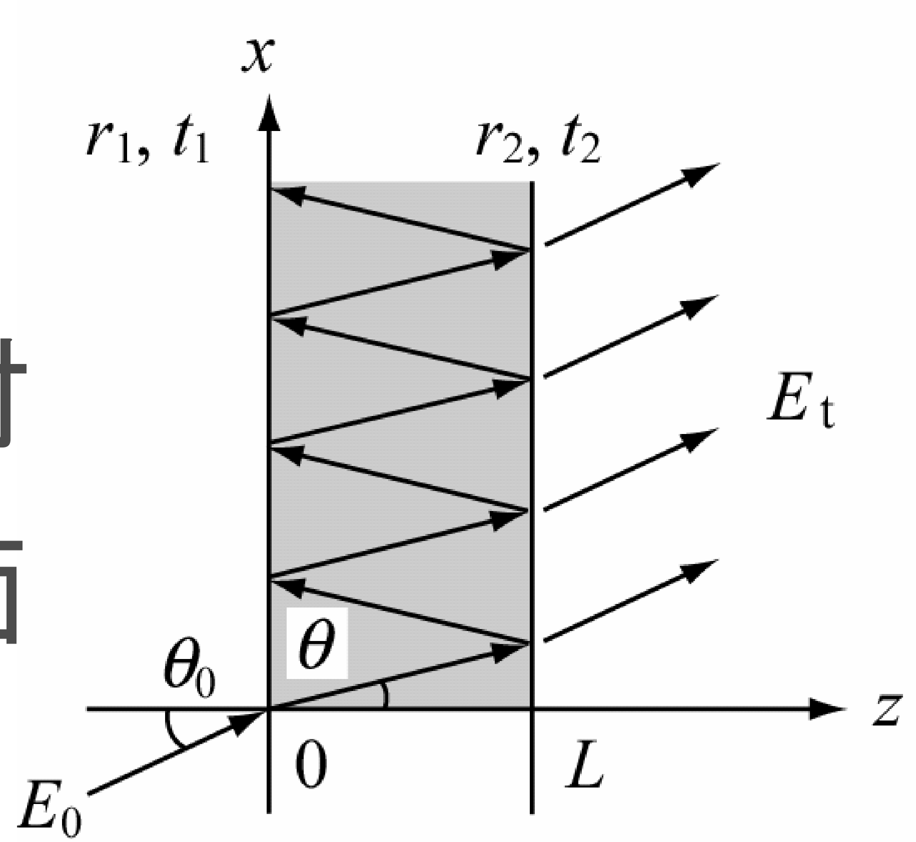
光共振器

- Fabry-Perot共振器

透過特性

多重反射

等位相面



光共振器

- Fabry-Perot共振器

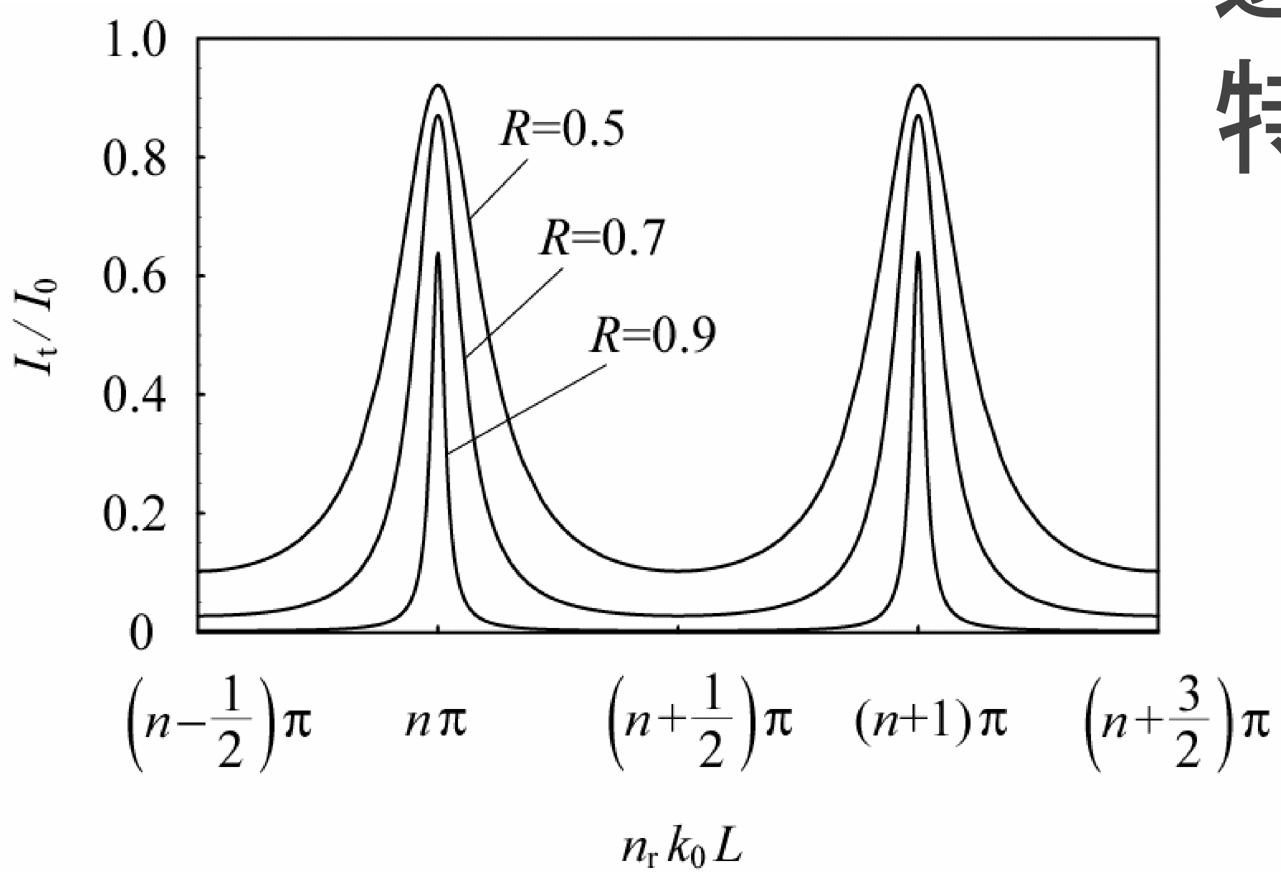
透過特性

$$\frac{I_{\mathrm{t}}}{I_0} = \frac{T_1 T_2 G_{\mathrm{S0}}}{\left(1 - G_{\mathrm{S0}}\sqrt{R_1 R_2}\right)^2 + 4 G_{\mathrm{S0}}\sqrt{R_1 R_2}\,\sin^2\left(n_{\mathrm{r}} k_0 L\right)}$$

光共振器

- Fabry-Perot共振器

透過特性

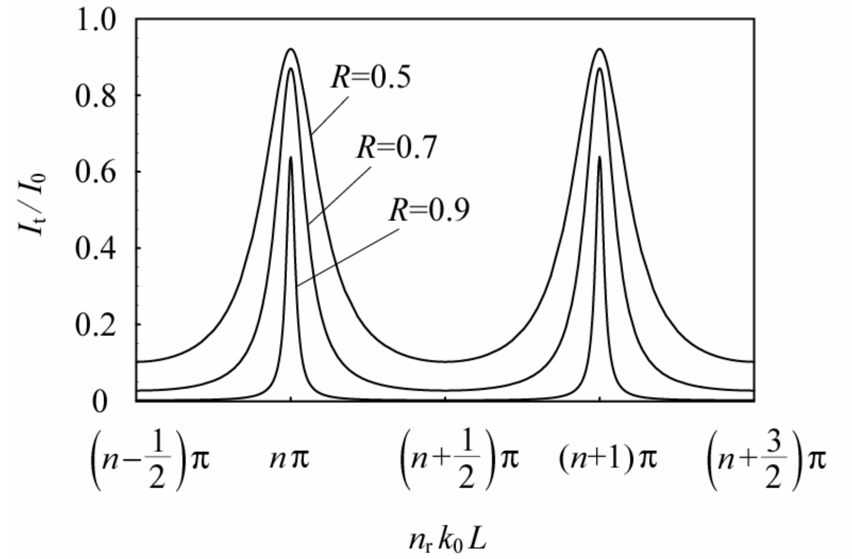


光共振器

- 共振条件

$$n_r k_0 L = n\pi$$

n : 整数



垂直入射

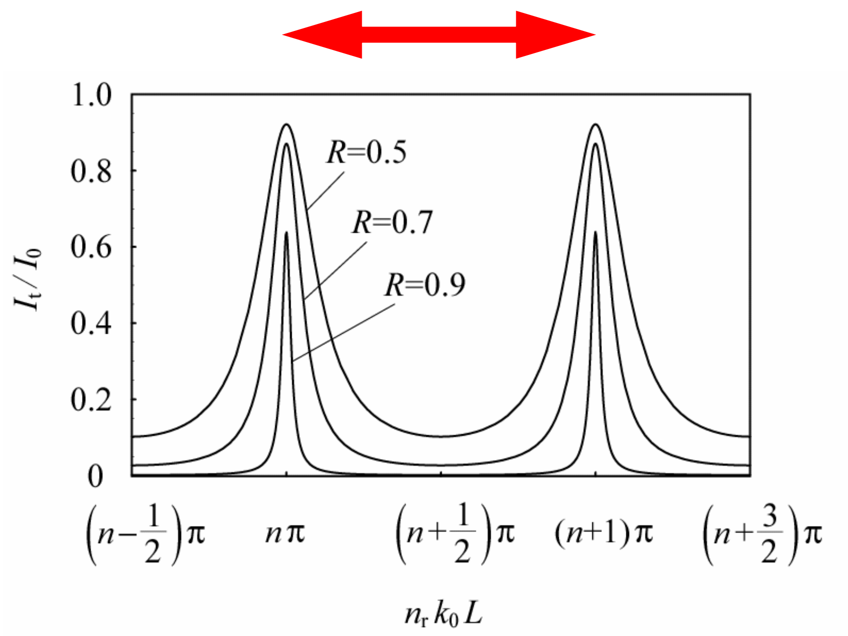
$$L = n\frac{\lambda_0}{2n_{rt}}$$

光共振器

- Free Spectral Range

$$\omega_{\mathrm{FSR}} = \frac{c}{n_{\mathrm{r}} L}\pi$$

$$\lambda_{\mathrm{FSR}} \approx \frac{\lambda_0^{\ 2}}{2 n_{\mathrm{r}} L}$$

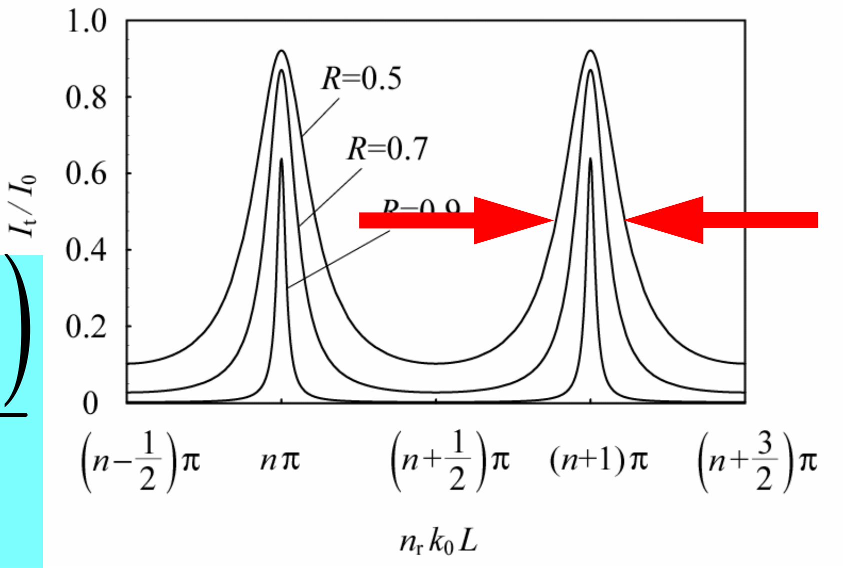


光共振器

■スペクトル線幅

半値全幅

$$\Delta\omega_F = \frac{c\left(1 - G_{S0}\sqrt{R_1 R_2}\right)}{n_r L \sqrt[4]{G_{S0}{}^2 R_1 R_2}}$$



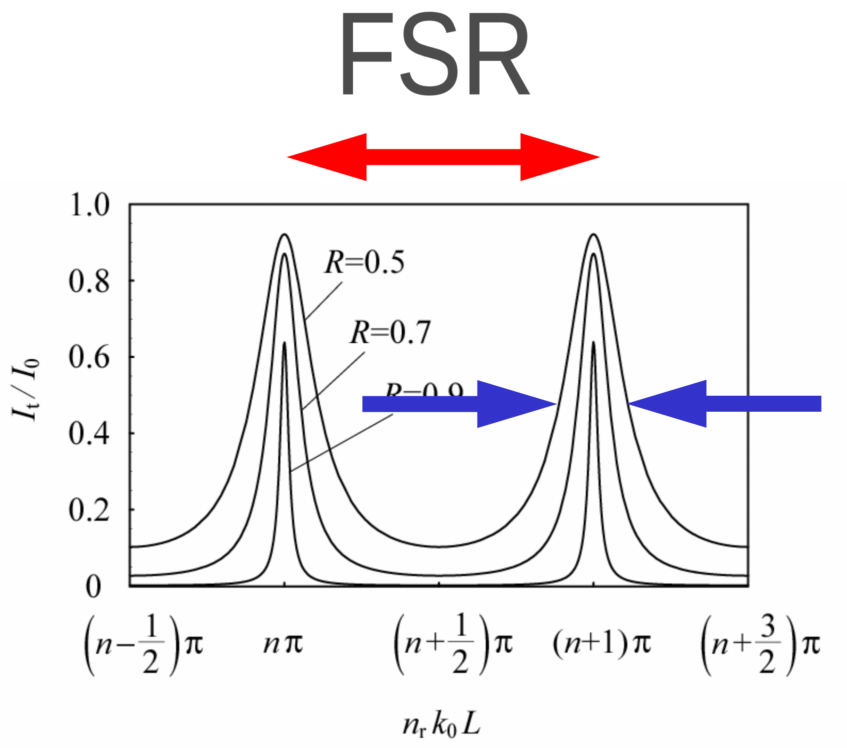
$$\Delta\lambda_F = \frac{\lambda_0{}^2\left(1 - G_{S0}\sqrt{R_1 R_2}\right)}{2\pi n_r L \sqrt[4]{G_{S0}{}^2 R_1 R_2}}$$

光共振器

- フィネス

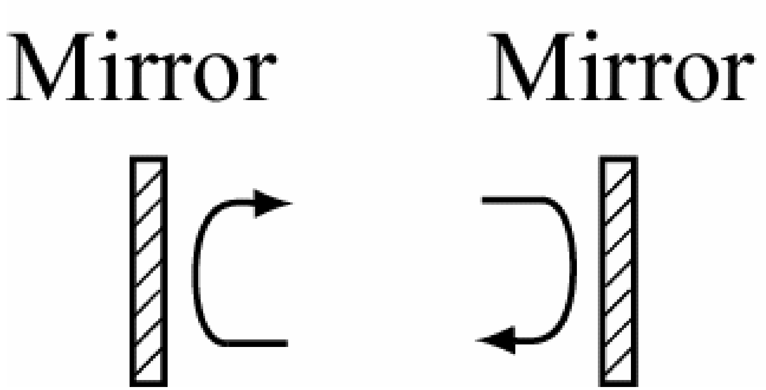
$$F = \frac{\omega_{\mathrm{FSR}}}{\Delta\omega_{\mathrm{F}}} = \frac{\lambda_{\mathrm{FSR}}}{\Delta\lambda_{\mathrm{F}}}$$

$$= \frac{\pi \sqrt[4]{{G_{\mathrm{S0}}}^2 R_1 R_2}}{1 - G_{\mathrm{S0}}\sqrt{R_1 R_2}}$$

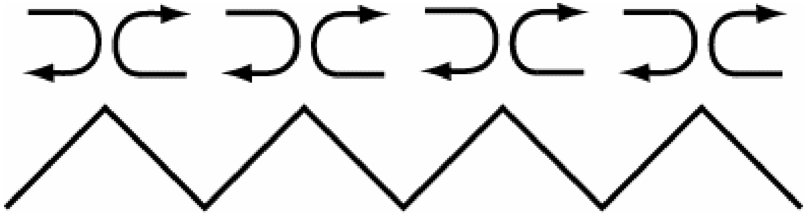


光共振器

- Fabry-Perot と回折格子



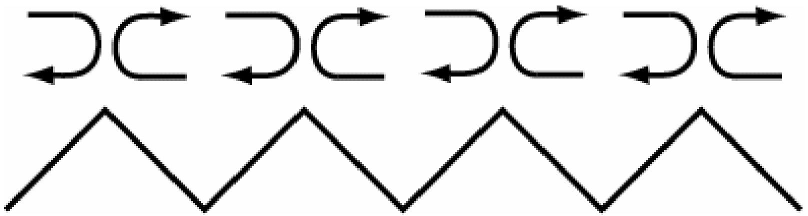
Fabry-Perot



回折格子

光共振器

- 回折格子



屈折率

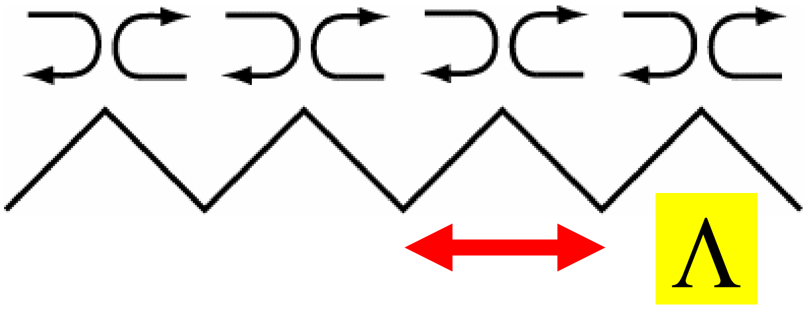
$$n_{\mathrm{r}}(z) = n_{\mathrm{r0}} + n_{\mathrm{r1}} \cos(2\beta_0 z + \Omega)$$

利　得

$$\alpha(z) = \alpha_0 + \alpha_1 \cos(2\beta_0 z + \Omega)$$

光共振器

- 回折格子



伝搬定数

$$k(z)^2 = \beta^2 + \mathrm{i}\,2\beta\alpha_0 + 4\beta\kappa\cos(2\beta_0 z + \Omega)$$

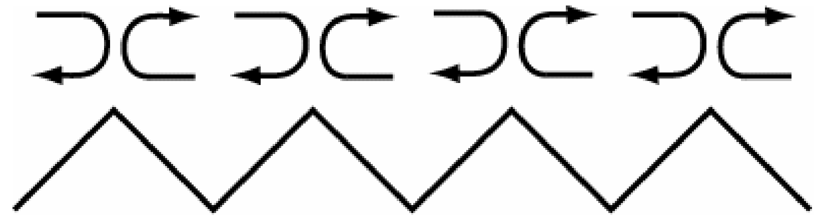
回折格子の結合係数

$$\kappa = \frac{\pi\, n_{\mathrm{r}1}}{\lambda_0} + \mathrm{i}\frac{\alpha_1}{2}$$

$$\beta_0 = \frac{\pi}{\Lambda}$$

光共振器

■回折格子



波動方程式

$$\nabla^2 E + k(z)^2 E = 0$$

解

$$E(z) = E_{\mathrm{r}}(z) + E_{\mathrm{s}}(z)$$

$$E_{\mathrm{r}}(z) = R(z)\exp(-\mathrm{i}\beta_0 z)$$

$$E_{\mathrm{s}}(z) = S(z)\exp(\mathrm{i}\beta_0 z)$$

光共振器

- 回折格子

結合波方程式

$$\delta = \frac{\beta^2 - \beta_0{}^2}{2\beta_0} \approx \beta - \beta_0$$

$$-\frac{\mathrm{d}R}{\mathrm{d}z} + (\alpha_0 - \mathrm{i}\delta)R = \mathrm{i}\kappa S \exp(-\mathrm{i}\Omega)$$

$$\frac{\mathrm{d}S}{\mathrm{d}z} + (\alpha_0 - \mathrm{i}\delta)S = \mathrm{i}\kappa R \exp(\mathrm{i}\Omega)$$