

単一モードレーザー

- 動的単一モードレーザー

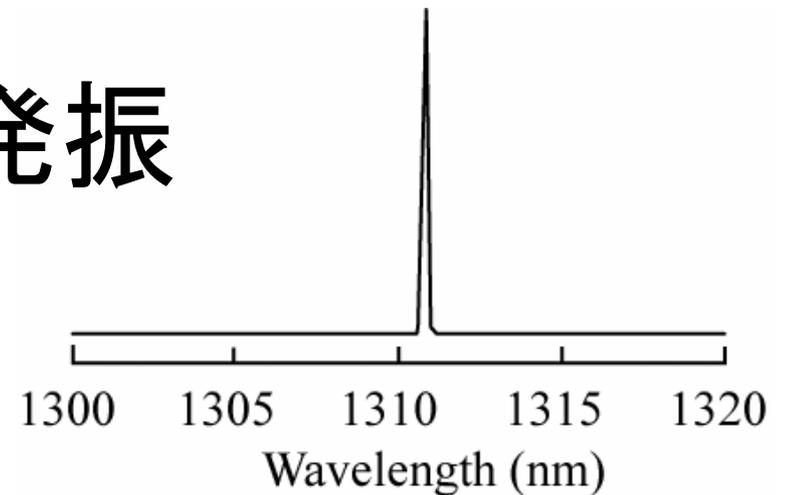
- 直接変調時に

- 単一軸モード発振

- DFB, DBR

- 面発光

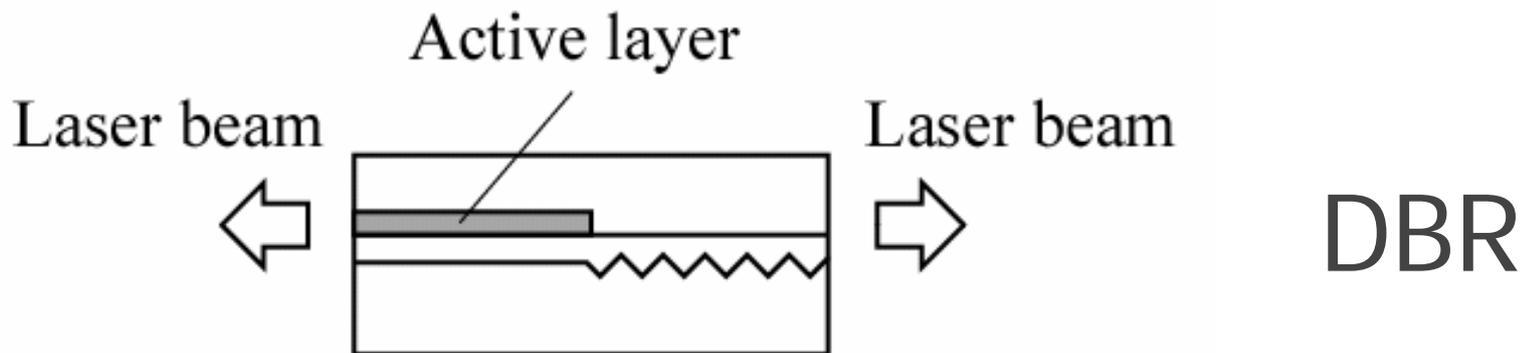
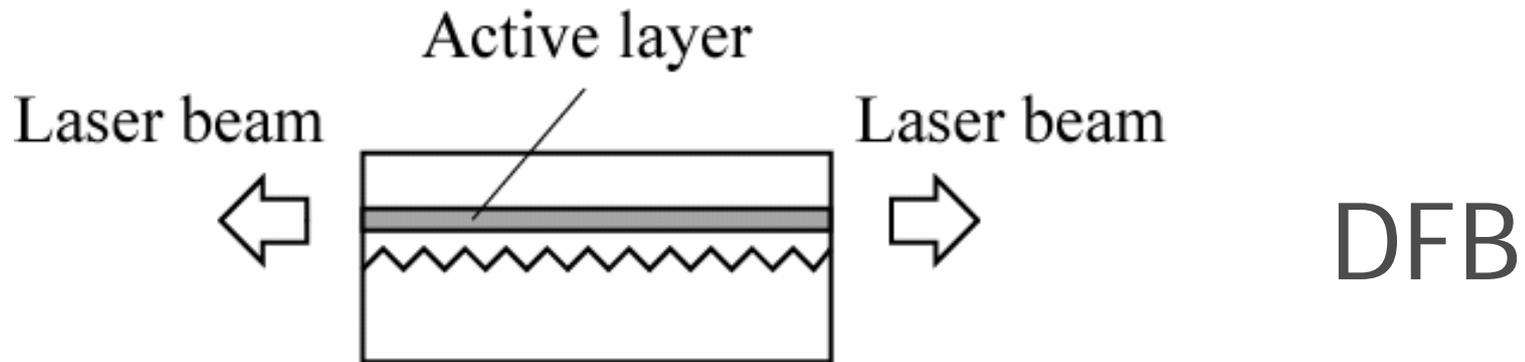
- 複合共振器



長距離光通信

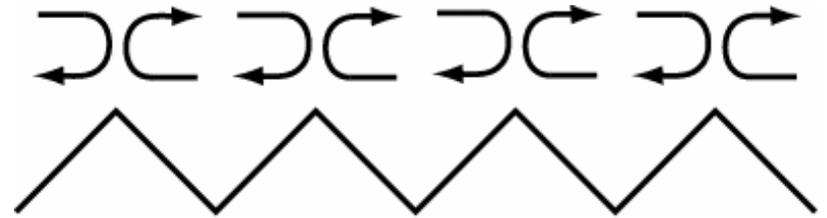
単一モードレーザー

■DFBレーザー, DBRレーザー



単一モードレーザ

■ 回折格子



屈折率

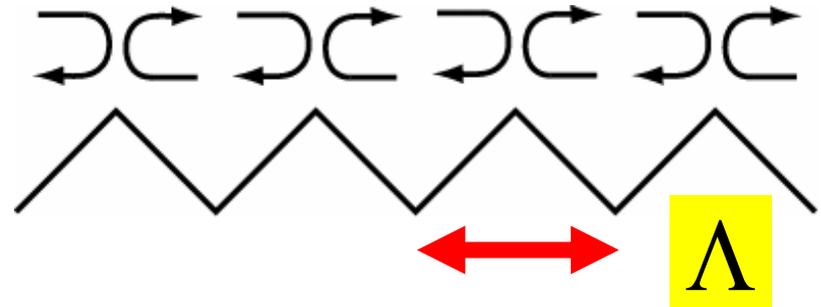
$$n_r(z) = n_{r0} + n_{r1} \cos(2\beta_0 z + \Omega)$$

利得

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

単一モードレーザ

■ 回折格子



伝搬定数

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

回折格子の結合係数

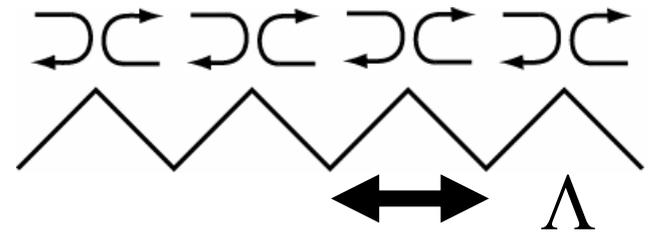
$$\kappa = \frac{\pi n_{r1}}{\lambda_0} + i \frac{\alpha_1}{2}$$

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

単一モードレーザ

- 回折格子

- 屈折率結合型

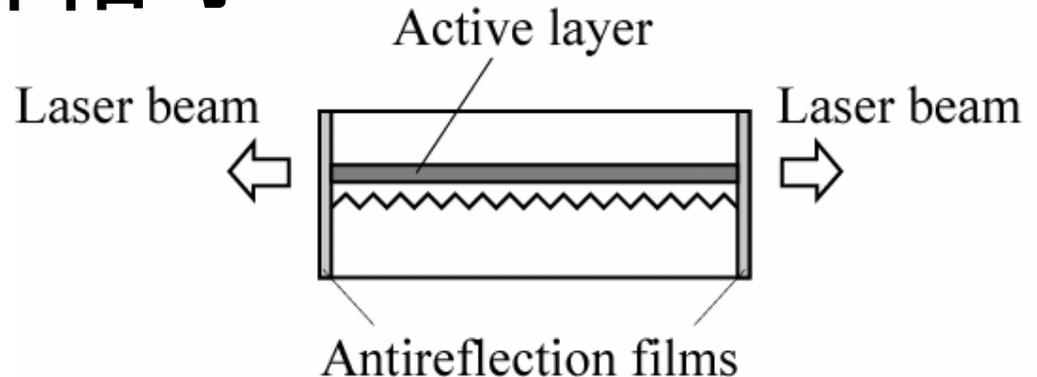


回折格子の結合係数

$$K = \frac{\pi n_{r1}}{\lambda_0}$$

単一モードレーザー

- 屈折率結合型DFBレーザー
 - 均一回折格子

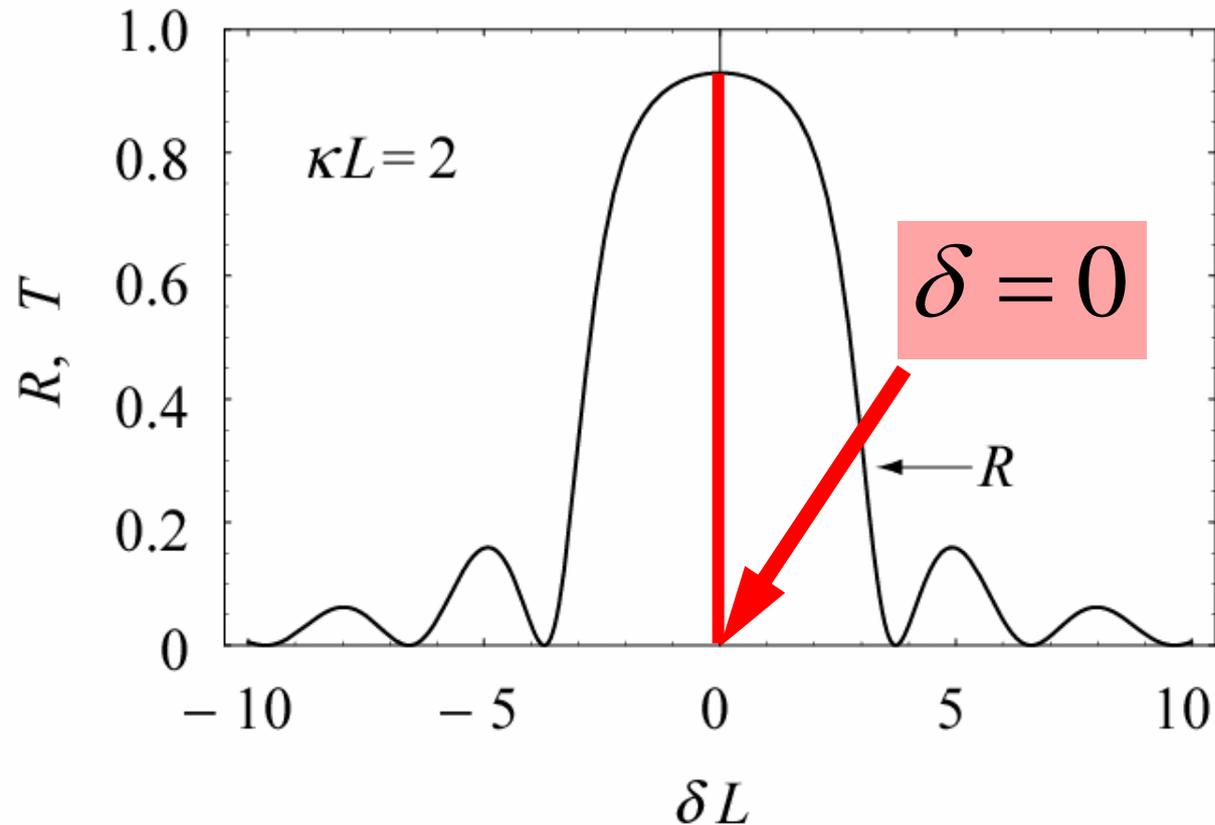


発振条件

$$\cosh(\gamma L) - \frac{\alpha_0 - i\delta}{\gamma} \sinh(\gamma L) = 0$$

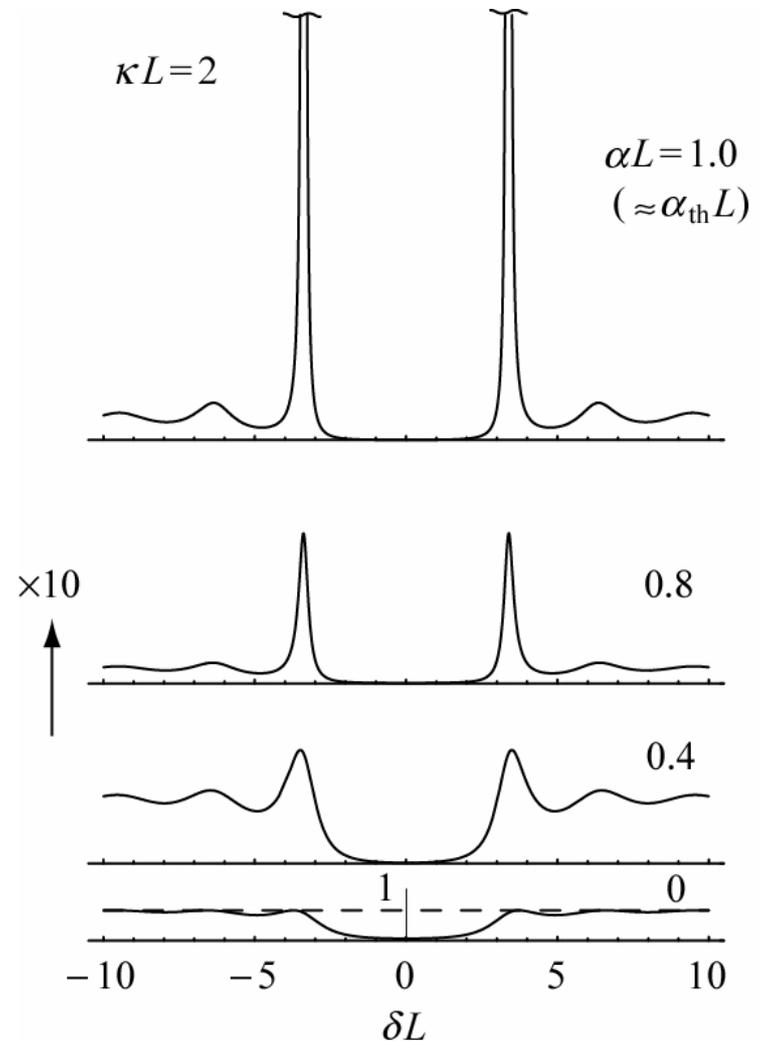
単一モードレーザ

■ 均一回折格子 反射特性



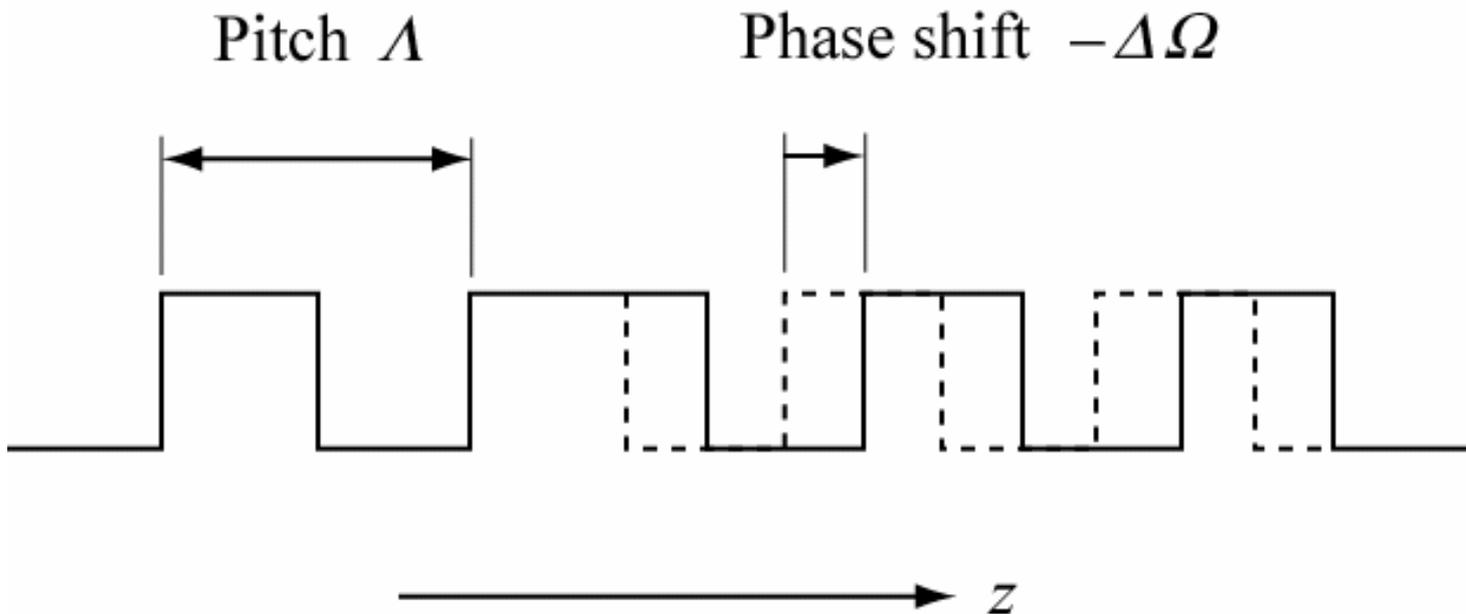
単一モードレーザー

- 均一回折格子
 - 端面反射無し
 - 2モード発振
 - 端面反射有り
 - 端面位相に依存



単一モードレーザー

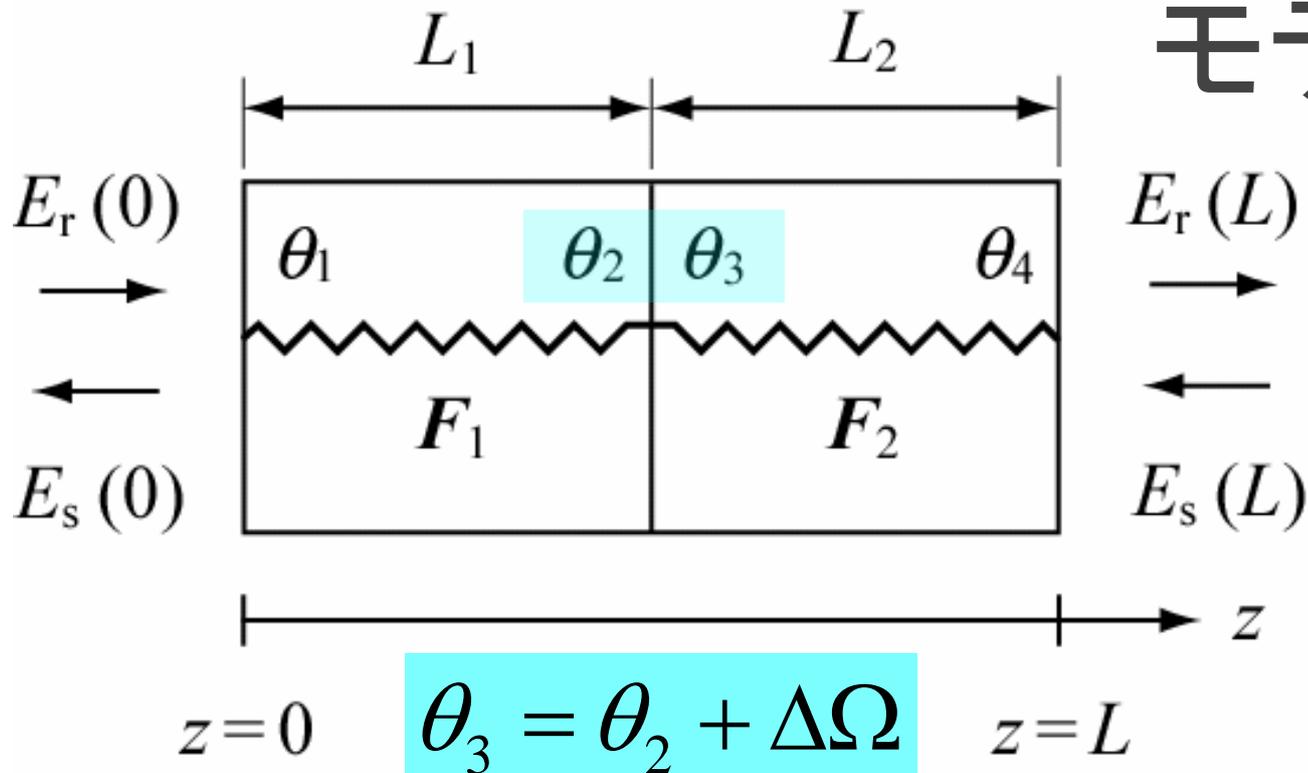
■ 位相シフト回折格子



単一モードレーザー

■ 位相シフト回折格子

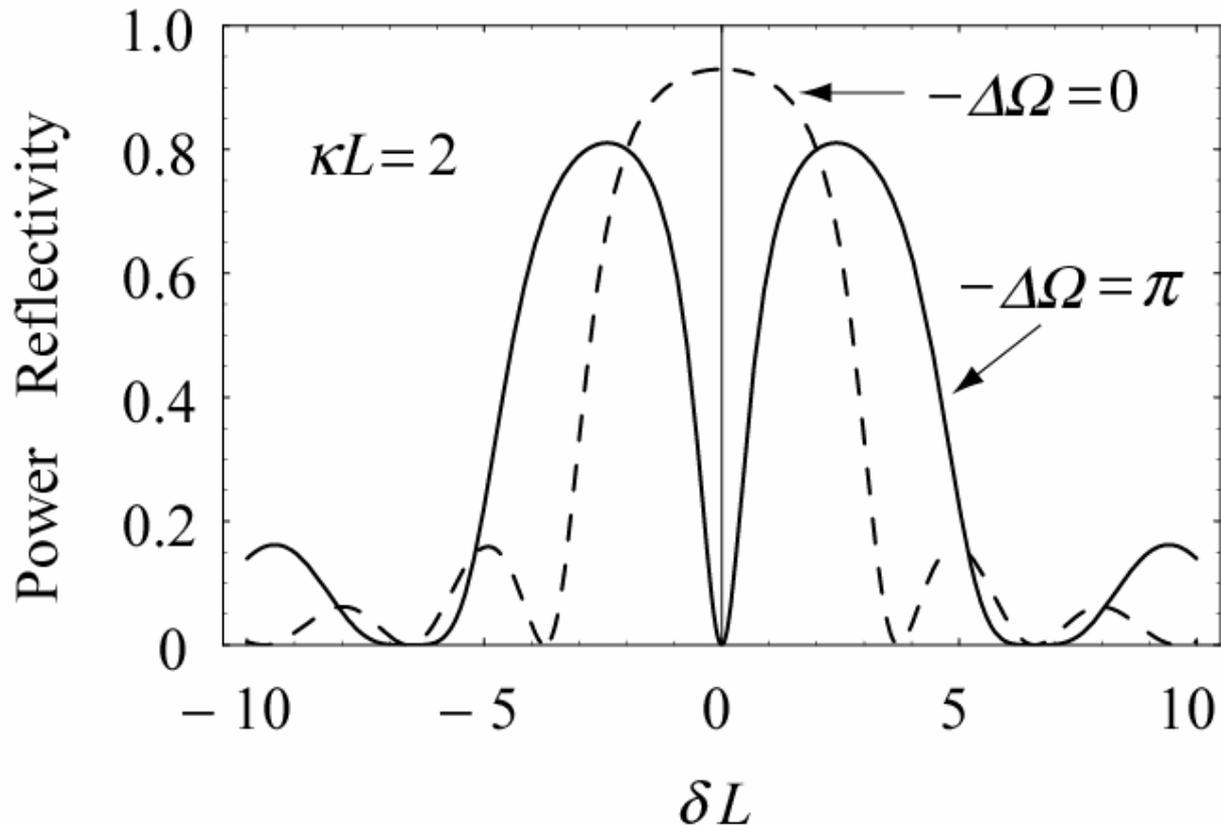
解析
モデル



単一モードレーザ

■ 位相シフト回折格子

反射
特性



単一モードレーザー

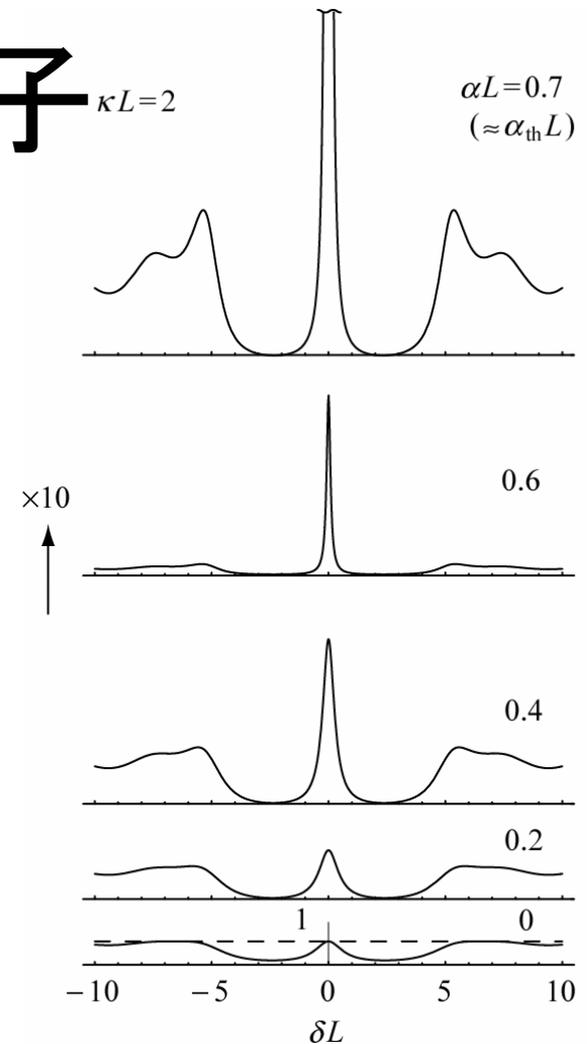
■ 位相シフト回折格子 $\kappa L=2$

- 端面反射無し

- 単一モード発振

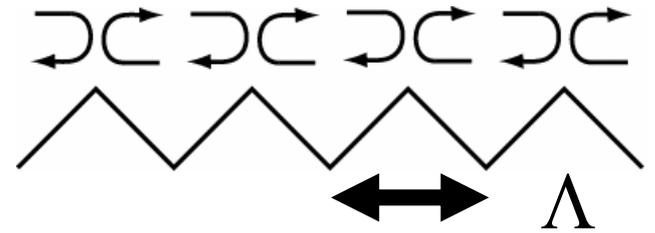
- 端面反射有り

- 端面位相
に依存



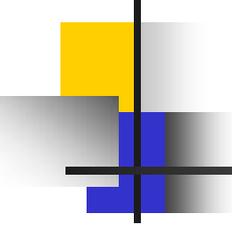
単一モードレーザ

- 回折格子
 - 利得結合型



回折格子の結合係数

$$\kappa = i \frac{\alpha_1}{2}$$



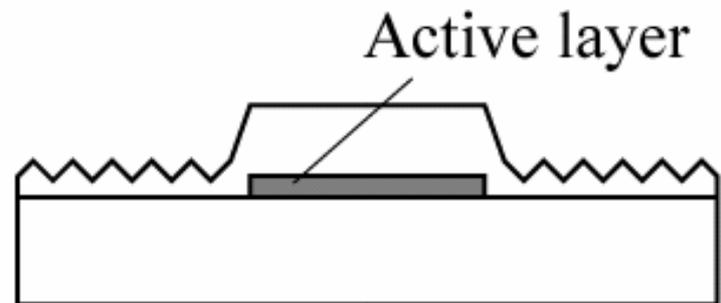
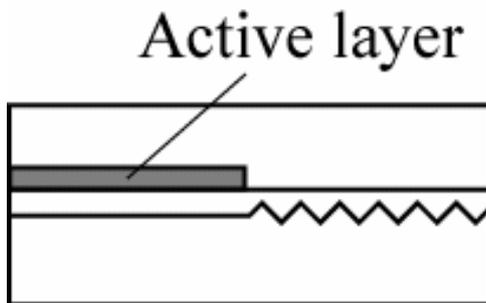
単一モードレーザー

- 利得結合型DFBレーザー
 - 均一回折格子, 反射有りでも
単一モード発振
 - 戻り光雑音 小
 - 製法, 寿命に課題

単一モードレーザー

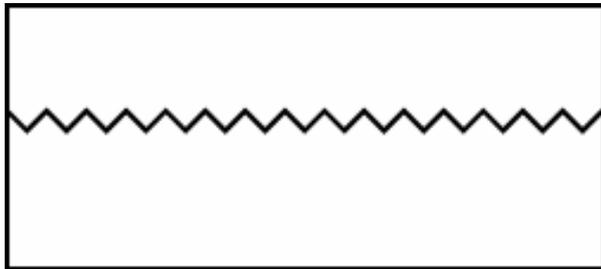
■ DBRレーザー

- モードの安定性, 光出力
 - DFBの方が優れている

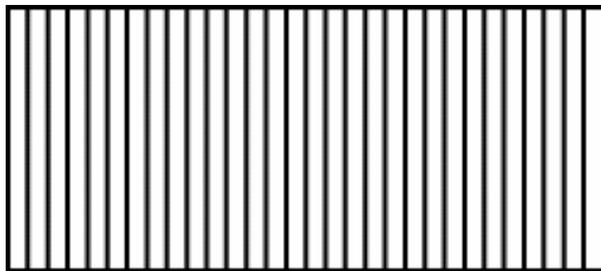


単一モードレーザー

- 回折格子と周期的多層膜



回折格子



周期的多層膜

単一モードレーザー

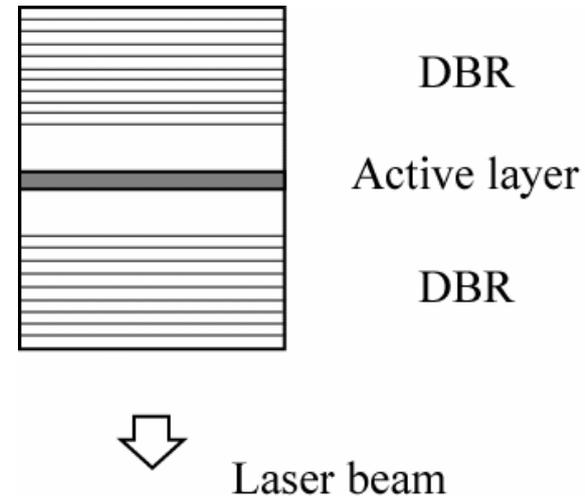
■ 面発光レーザー

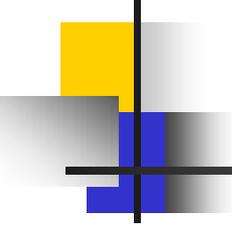
■ 垂直共振器型

- 共振器長：数ミクロン

- FSR大⇒単一モード

- 反射率： $> 99.5\%$





単一モードレーザー

■ 面発光レーザー

■ 垂直共振器型の長所

- モノリシック

- 分離前の検査

- 狭放射角： $< 10 \text{ deg}$

- 低しきい値： $< 1 \text{ mA}$

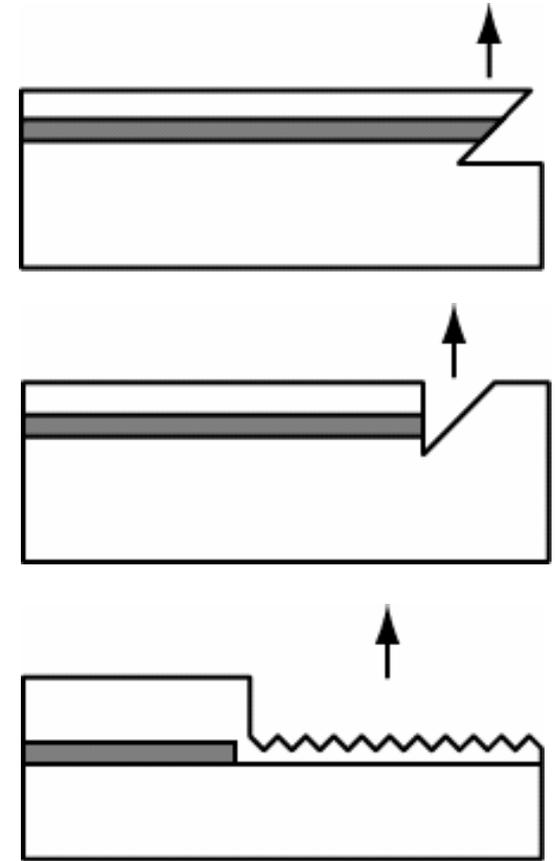
- 2次元アレイ

単一モードレーザー

■ 面発光レーザー

■ 導波型

- 反射面形成に課題
- 発光効率に課題
- 放射角 大



単一モードレーザー

■ 複合共振器レーザー

■ 外部鏡

■ 共振器 大型化

■ 振動に敏感

■ 変調効率 小

■ C^3

■ 二つの注入電流制御

