

### 3.3 レーザ

#### 3.3.1 半導体レーザ

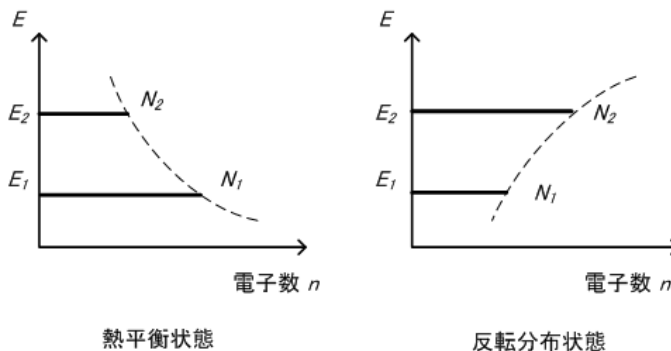
##### 反転分布 population inversion

・熱平衡時

$$N_2 = N_1 \exp\left(-\frac{E_2 - E_1}{kT}\right)$$

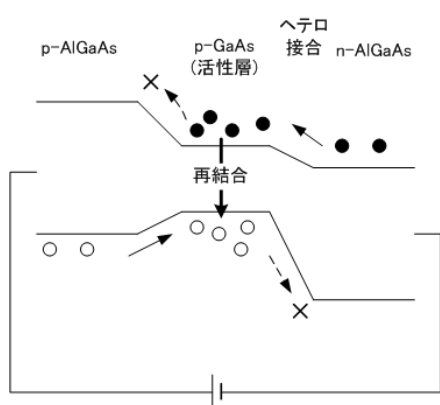
・分布反転時

$$N_2 = N_1 \exp\left(-\frac{E_2 - E_1}{k(-T)}\right)$$



##### 発振条件

電子分布を  $N_2 > N_1$  とする。反転分布状態にすることを「ポンピング pumping」という。



##### ダブルヘテロ接合

・キャリアの閉じ込め

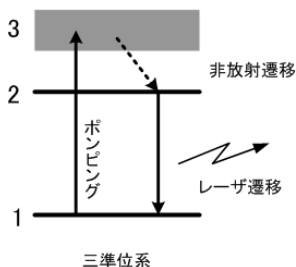
ヘテロ構造により、注入された少数キャリアを活性層に閉じ込める。

・光の閉じ込め

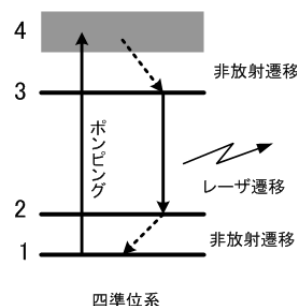
活性層の屈折率が周りの層よりも大きい材料を選ぶと、活性層内に光を閉じ込めることができる。

活性層で、キャリアの閉じ込めと光の閉じ込めの二重の効果

#### 3.3.2 固体レーザ



三準位系



四準位系

##### (1) ルビーレーザ

ルビー  $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$  ...  $\text{Cr}$  が  $\text{Cr}^{3+}$  の形でサファイア結晶 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の  $\text{Al}^{3+}$  と一部置換。

アレキサンドライト  $\text{Cr}^{3+}:\text{BeAl}_2\text{O}_4$  ...  $\text{Al}^{3+}$  が  $\text{Cr}^{3+}$  で置換。発振波長  $\lambda = 720 \sim 820 \text{nm}$

チタンサファイアレーザ  $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$  ... 発振波長  $\lambda = 700 \sim 1100 \text{nm}$

ポンピング光源 : キセノン(フラッシュ)ランプ、水銀灯等

##### (2) YAG レーザ

イットリウム アルミニウム ガーネット ...  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$

ポンピング光源 : クリプトンアークランプ、発光ダイオード、半導体レーザ等

#### 3.3.3 気体レーザ

##### (1) He-Ne レーザ

共鳴遷移 : He 原子と Ne 原子間のエネルギー交換

##### (2) 炭酸ガスレーザ ( $\text{CO}_2$ レーザ)

$\text{N}_2$  から  $\text{CO}_2$  への共鳴遷移を利用する。励起する放電エネルギーは分子振動として吸収される(振動励起状態)。