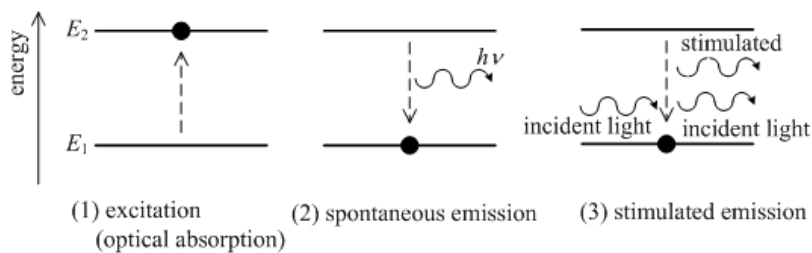


3.3 レーザ

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (誘導放出による光の増幅作用)

コヒーレンス (可干渉性) : 振動数、位相が揃った波がかなり長く保たれている光



3.3.1 半導体レーザ

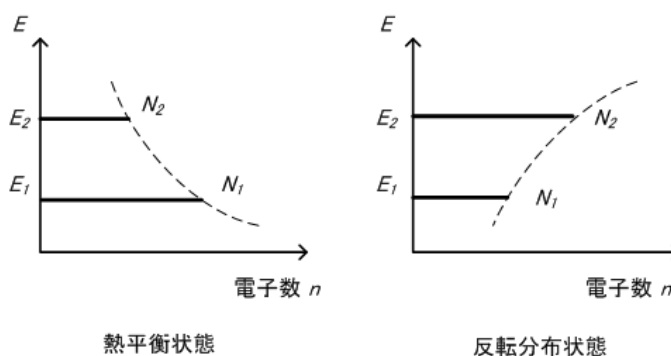
反転分布 population inversion

- ・熱平衡時

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

- ・分布反転時

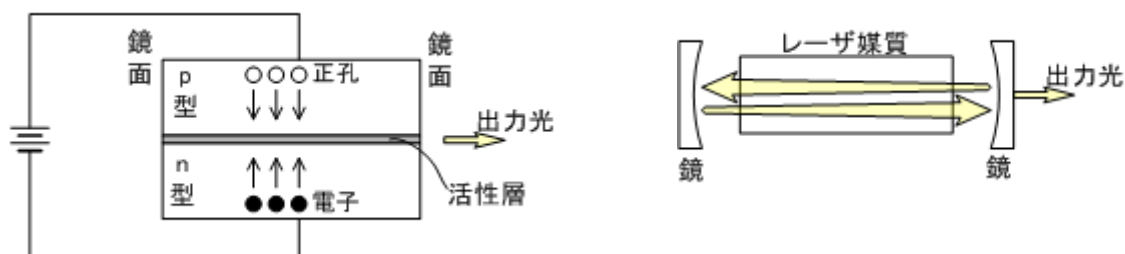
$$N_2 = N_1 \exp\left(-\frac{E_2 - E_1}{k(-T)}\right)$$



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。

レーザの構造



ダブルヘテロ接合

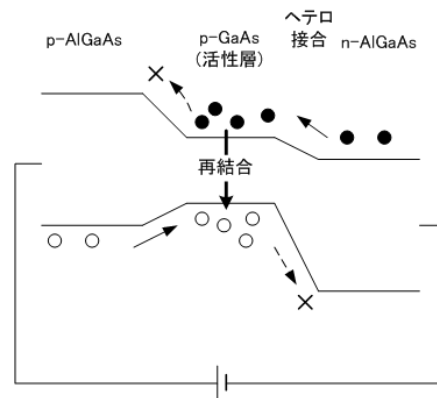
- ・キャリアの閉じ込め

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。

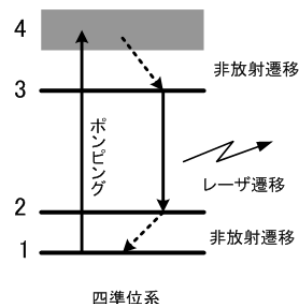
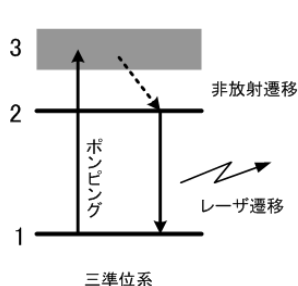
- ・光の閉じ込め

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」と「光」の閉じ込めの二重の効果



3.3.2 固体レーザー



(1) ルビーレーザー

ルビー $\text{Cr}^{3+} : \text{Al}_2\text{O}_3$... Cr^{3+} が Cr^{3+} の形でサファイア結晶 (Al_2O_3) の Al^{3+} と一部置換。

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

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

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 ... $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)

主な発振波長 : $\approx 1060 \text{nm}$ (赤外光)

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、半導体レーザー等

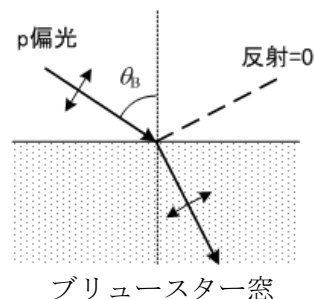
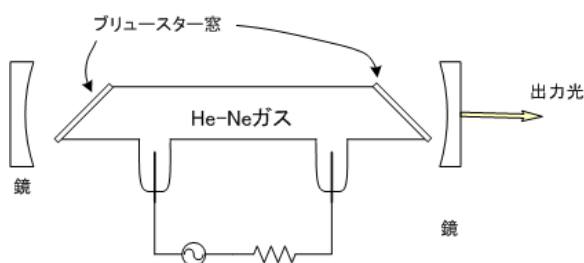
高出力、連続発振、レーザー加工に利用される。

3.3.3 気体レーザー

(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

放電によるポンピング。発振波長 : $\approx 632.8 \text{nm}$ (赤色)



(2) 炭酸ガスレーザー (CO_2 レーザ)

N_2 から 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)。

分子振動モード : 伸縮 (対称)、屈伸、伸縮 (非対称)

発振波長 : $\approx 10.6 \mu\text{m}$ 、 $9.6 \mu\text{m}$ (赤外線)。

大出力、連続発振、加工用レーザー (金属切断、溶接)