

# 熱電効果 (thermoelectric effect)

清水 祐也

熱電効果とは、電気エネルギーと熱エネルギーの可逆変換作用をいう。この効果は一般にゼーベック効果、ペルチェ効果、トムソン効果の三つに大別できる。また、金属におけるこれらの効果は半導体のものに比べて、きわめて小さい。

## 1、トムソン効果 (Thomson effect)

トムソン効果とは、場所によって温度の異なる一つの導体(金属、半導体)に電流  $I$  を流したとき、導体内に単位時間に  $\Delta Q$  の熱(ジュール熱以外)の発熱または、吸熱が発生する現象である。

$$\Delta Q = \theta \times I \times \Delta T \quad - (1)$$

$\Delta T$  は温度差、 $\theta$  は、トムソン係数と呼ばれ物質によって異なる。図 1 にトムソン効果の様子を示す。温度の変化している所でエネルギーギャップが生じ、エネルギー準位の高い所からエネルギー準位の低い所に電子が移動すると発熱の現象が観られる。逆に、エネルギー準位の低い所から高い所に電子が移動すると吸熱の現象が観られる。

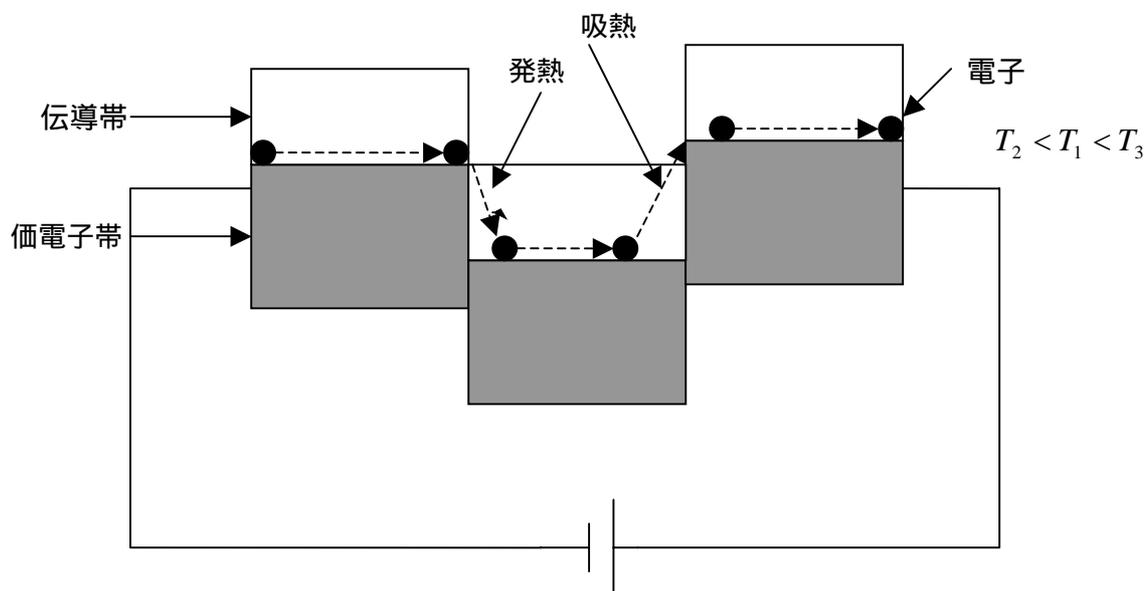


図 1 トムソン効果の説明図

## 2、ペルチェ効果 (Peltier effect)

ペルチェ効果とは、異種の導体の接触面を通して電流  $I$  を流したとき、その接触面で熱量  $Q$  の発熱または吸熱が起きる現象をいう。この効果は、可逆的で電流の向きを変えると発熱、吸

熱が逆転する。また、機械的可動部がないため電子加熱、電子冷却とも呼ばれている。

$$Q = \pi_{ab} \times I \quad - (2)$$

$\pi_{ab}$  は、ペルチェ係数と呼ばれ物質によって異なる。図2にペルチェ効果の様子を示す。a、b は異なった種類の導体(金属)を表している。反応が起こる原理は、トムソン効果と同じでエネルギーギャップのある所を電子が移動するため、図では吸熱の反応が起こる。

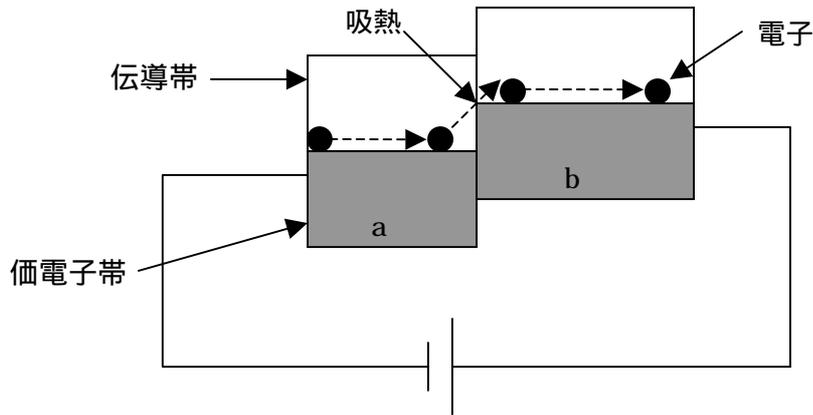


図2 ペルチェ効果の説明図

### 3、ゼーベック効果 (Seebeck effect)

ゼーベック効果とは、異種の導体に温度差  $\Delta T$  を与え接触させたときに導体の両端に電位差  $\Delta V$  が生じる現象をいう。金属の場合で考えると、熱拡散により電子が低温側に、金属イオンが高温側に移動する。イオンと電子がある程度移動すると、その間に電界が発生する。熱拡散による力と電子が電界から受ける力とが釣りあったとき、電荷の移動が止まり電位差を生じる。

$$\Delta V = \alpha_{ab} \times \Delta T \quad - (3)$$

この  $\alpha_{ab}$  をゼーベック係数と呼び、物質によって異なる。図3にゼーベック効果の様子を示す。a、bは異なった種類の導体(金属)を表している。

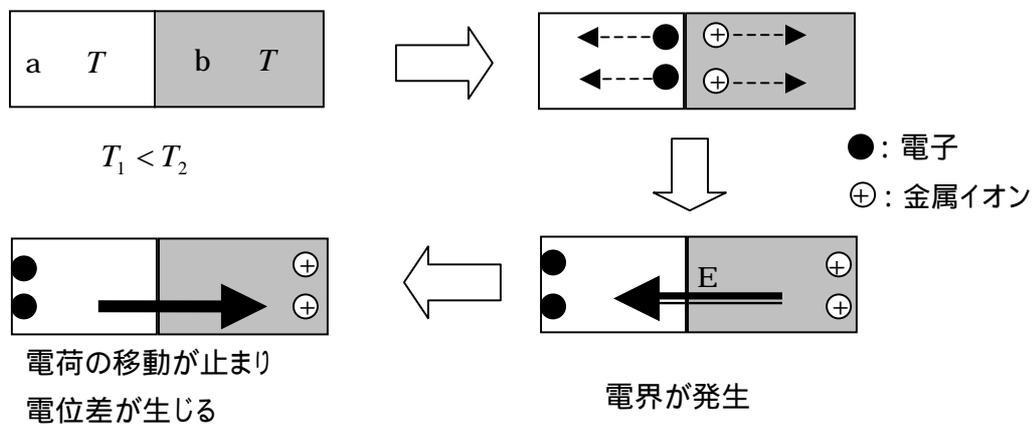


図3 ゼーベック効果の説明図

