

電気抵抗とは何か？

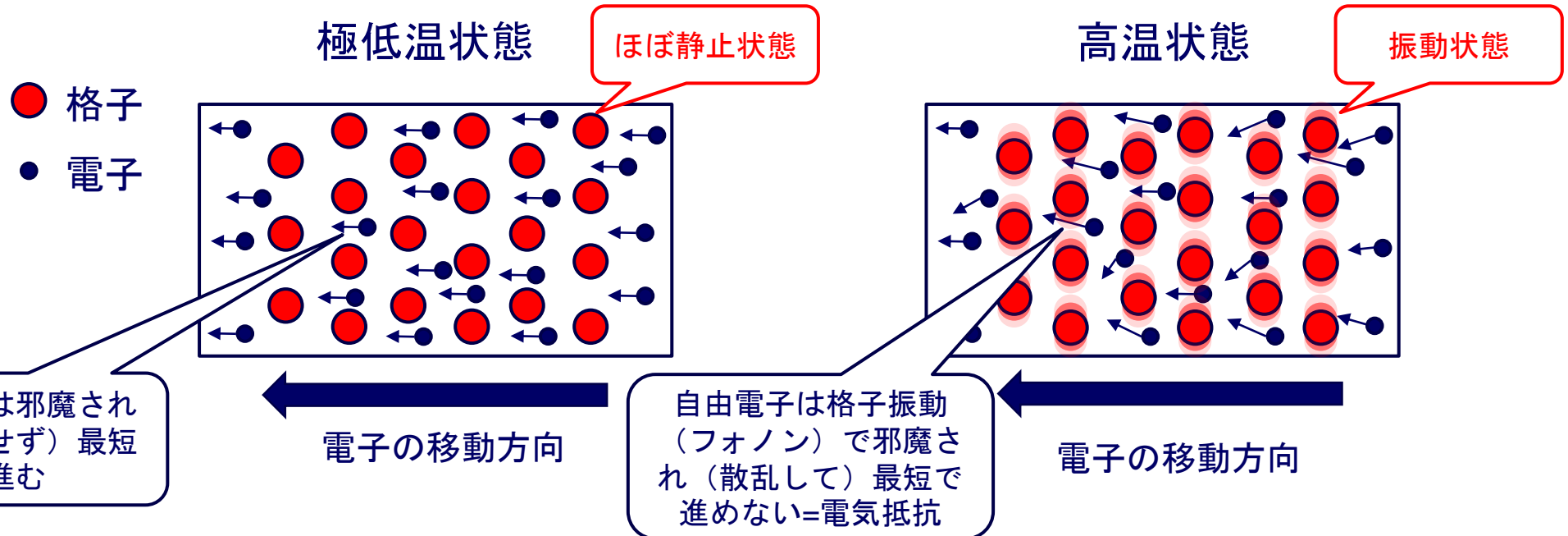
電気抵抗のメカニズム

自由電子の移動量*が少なくなる要因を電気抵抗という。電気抵抗を決める特性として主に下記がある。

- ・ 材料の物性に依存する自由電子の量
- ・ 材料の熱振動による電子の移動の妨げ

*移動量：ここでは、
[一定方向へ電子の平均移動距離 × 電子の数]
のことを表す。
つまりすべての自由電子の一定方向への移動距離の総和を表す。

例) 導体の温度による電気抵抗の違いについて



導体は温度が高いほど電気抵抗が高くなる

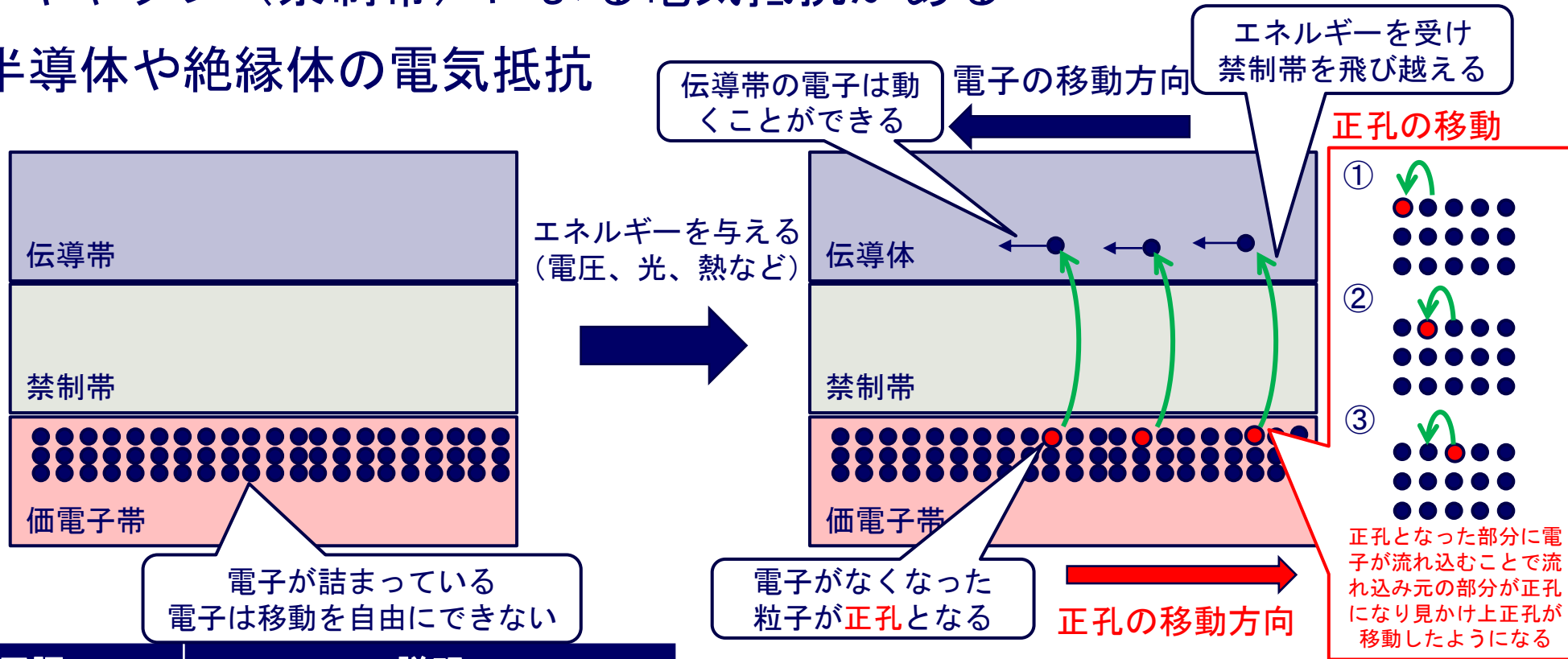
電気抵抗とは何か？

電気抵抗のメカニズム (補足)

半導体や絶縁体については格子振動による電気抵抗以外にも、
バンドギャップ (禁制帯) による電気抵抗がある

例) 半導体や絶縁体の電気抵抗

- 正孔 (ホール)
- 電子



用語	説明
禁制帯	電子が存在できない領域
伝導帯	電子の移動ができる領域
価電子帯	電子が多く存在している領域 (多すぎて移動ができない)

半導体：禁制帯のエネルギーギャップが小さい物質
 絶縁体：禁制帯のエネルギーギャップが大きい物質

半導体は温度が高いほど禁制帯を飛び越えやすくなり
 電気抵抗が低くなる

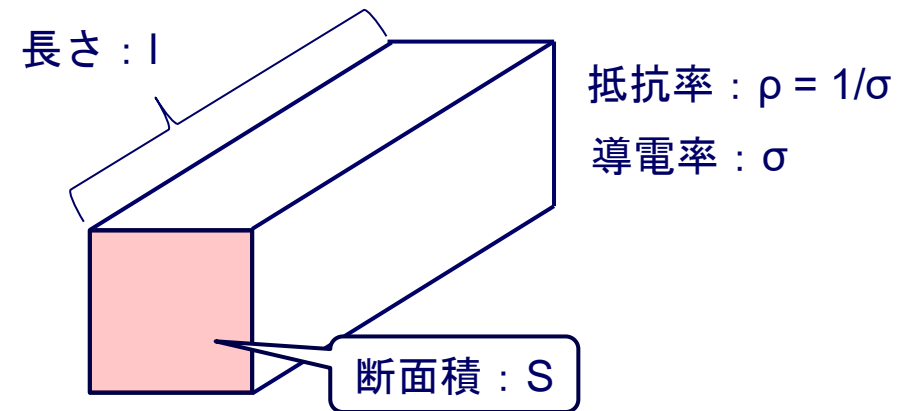
電気抵抗の公式

*Ω : オームと読む

電気抵抗の公式

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

記号	単位	説明
R	Ω^*	電気抵抗。Resistorの頭文字
l	m	物質の長さ
S	m^2	物質の断面積
ρ	Ωm	物質の抵抗率
σ	$1/\Omega m$	物質の導電率。抵抗率の逆数



Tips

公式丸暗記ではなく、定性的な考えから公式を導出できるようにしよう。
面積 (S) が大きい → 抵抗 (R) が小さくなる → S は分母
長さ (l) が大きい → 抵抗 (R) が大きくなる → l は分子

電気抵抗とは何か？

*Ω：オームと読む

電気抵抗率

材料ごとの**電気の流しやすさ**を表す物性値。材料ごとに決められている。

例) 材料ごとの抵抗率

抵抗率： ρ [Ωm]

10^{-8} 10^{-6} 10^{-4} 10^{-2} 1 10^2 10^4 10^6 10^8 10^{10}

導体	半導体*	絶縁体
銅、銀、金 アルミ、鉄	ゲルマニウム、シリコン	ゴム、ガラス、 セラミックス



銅線



シリコン



ガラス



電気が流れやすい

電気が流れにくい

*半導体：導体と絶縁体の中の電気導電性をもつ物質。状態によって導体と絶縁体両方の特性を持つことができる

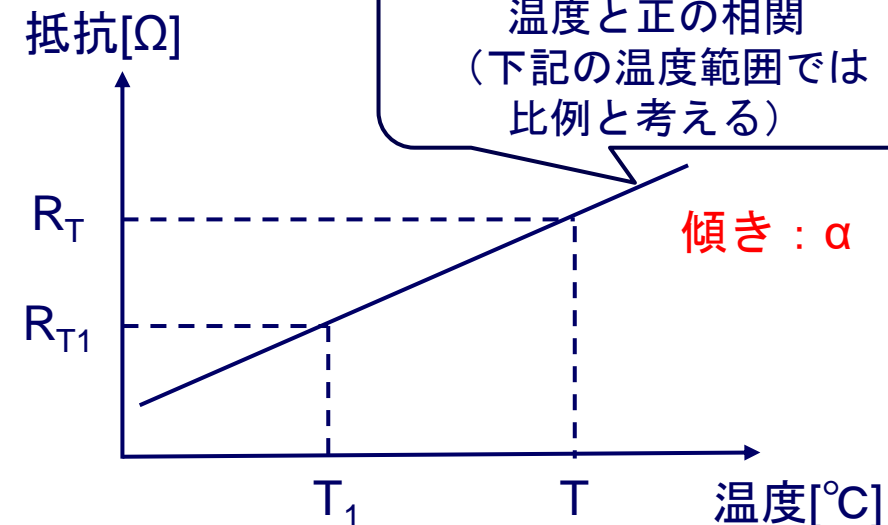
電気抵抗とは何か？

導体の電気抵抗の温度特性について

導体の電気抵抗の温度特性の公式

$$R_T = R_{T_1} \{1 + \alpha(T - T_1)\}$$

記号	単位	説明
R_T	Ω	温度 t における電気抵抗
R_{T_1}	Ω	基準温度 t_1 における電気抵抗
α	-	基準温度 t_1 における温度係数
T_1	$^{\circ}\text{C}$	基準温度
T	$^{\circ}\text{C}$	現在温度





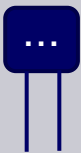
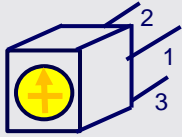
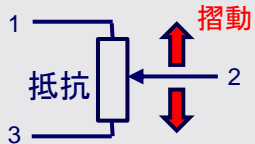


Tips

基準温度 T_1 は、基本的に 20°C とされることが多い。
右表は、 20°C における各金属の温度係数

金属	温度係数@ 20°C [$1/^{\circ}\text{C}$]
銀 (Ag)	0.0038
銅 (Cu)	0.00393
アルミニウム (Al)	0.0039
鉄 (Fe)	0.005
ニクロム (Ni-Cr)	0.0002

電気抵抗器の種類

電気機器の内部には、下表のような抵抗器が使用されている

種類	形状	機能	補足
固定抵抗器	表面実装型		0402や0603などの数字で縦横の長さが定義される。 カラーコードが抵抗値を表している。
	アキシャル型		
	ラジアル型		
半固定抵抗器	右図の形状が主		内部回路 
可変抵抗器	右図の形状が主		
シャント抵抗器	様々		電流測定用の抵抗器。 抵抗が小さく、両端に測定用のタップがある

電気抵抗体の種類

電気抵抗で使われる抵抗体について下表にまとめる

抵抗体	特徴	メリット	デメリット
炭素被膜抵抗	一般的な抵抗器	価格が安い	誤差大きい。 (5%程度)
金属皮膜抵抗	厚膜型：汎用向け。	精度がよい。 温度特性がよい	価格が比較的安い
	薄膜型：高精度機器向け	高精度。 温度特性がよい	価格が高い
酸化金属皮膜抵抗	中電力向け（1W~5W程度）抵抗器	中電力を扱える 耐熱性が高い	価格高い
巻線抵抗	抵抗体にらせん状の金属線を用いたもの	温度特性がよい 耐熱性が高い 中電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い
セメント抵抗	大電力用（2W~20W）	絶縁性がよい 耐熱性がよい 大電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い
メタルクラッド抵抗	巻き線抵抗の一種 絶縁の上で金属の外装を使用 放熱板と共に使用する	大電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い サイズが大きい