

1 半導体

1-1 抵抗率と導電率

長さ l [m]、面積 S [m²] の均一な物質があるとする。この物質の電気抵抗 R は長さに比例し、断面積に反比例する。すなわち、このときの比例係数を ρ とすると、抵抗 R は

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

と表される。この係数 ρ を「**抵抗率 resistivity**」といい、単位は [Ω m] である。また、抵抗率の逆数を「**導電率 conductivity**」と呼ぶ。その単位は [S/m] である（記号 σ ）。

物質に電界 E [V/m] が掛かっている時に流れる電流密度を j [A/m²] とすると

$$E = j\rho = \frac{j}{\sigma}$$

の関係がある(オーム則)。

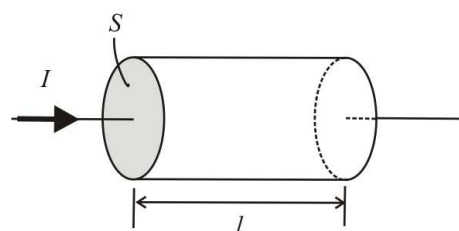


図 1 モデル

1-2 半導体

電気伝導の観点による物質の分類

導体 conductor

電圧を印加すると容易に電流が流れる物質。例えば金属材料など。

特徴) 温度が高くなると抵抗率が増加 $\rho \propto T^5$ (T: 温度)

絶縁体 insulator

金属に比べて極めて電流の流れにくい物質。例えば、ガラス、磁器、ゴム材料など。

特徴) 温度が高くなると抵抗率が減少 $\rho \propto \exp\left(\frac{\alpha}{T}\right)$ (T: 温度、 α : 定数)

半導体 semiconductor

抵抗率がちょうど導体と絶縁体の中間をとる物質。例えば、Si、Ge など。

特徴) 温度が高くなると抵抗率が減少 $\rho \propto \exp\left(\frac{\beta}{T}\right)$ (T: 温度、 β : 定数)

1-3 代表的な半導体

IV族元素半導体……Si(シリコン)：現在の半導体デバイスの主流

Ge(ゲルマニウム)：高周波信号用途

VI族元素半導体……Se(セレン)

化合物半導体(複数元素を組み合わせた半導体)

II-VI族化合物半導体……ZnO(酸化亜鉛)：紫外 LED 用

CdS(硫化カドミウム)：光センサ (使用されなくなっている)

III-V族化合物半導体……GaAs(ガリウムヒ素)：高周波信号用途

InAs(インジウムヒ素)

GaN(窒化ガリウム)：青色 LED

表 1 半導体の歴史（関連する事項を含む）

年	人 名	事 項
1839	Faraday	硫化銀(Ag_2S)の導電性、導電率の温度依存性
1822	Seebeck	熱起電力(ゼーベック効果) (熱電効果)
1834	Peltier	ペルチェ効果 (熱電効果)
1852	Thomson	トムソン効果 (熱電効果)
1873	Smith	Se で光導電効果(p.196) 光で導電率が変化
1874	Braun	PbS 、 FeS_2 と金属針の接触で非オーミック性(整流作用)
1874	Schuster	CuO と Cu の接触界面で整流作用
1876	Adams、Day	Se と金属の接触面で光起電力効果(p.197)
1904	Fleming	二極管
1906	de Forest	三極管
1924～	de Broglie Schrödinger Heisenberg	量子力学 (半導体、固体物理学) 1926 年 シュレーディンガー波動方程式
1920	Grondahl	亜酸化銅整流器
1923	Presser	セレン整流器発表
1931	Wilson	トンネル効果による金属-半導体接触理論
1939	Mott	拡散理論による整流作用
1940	Schottky	ショットキーモデル
1942	Bethe	エミッション効果によるダイオード理論
1948	Bardeen、Brattain	点接触トランジスタの発明
1950	Shockley	接合型トランジスタの発明
1957	江崎	トンネルダイオード(エサキダイオード)
1958	TI 社	IC の第 1 号試作

表 2 周期表 (II～VI族)

Ⅱ族	Ⅲ族	Ⅳ族	Ⅴ族	Ⅵ族	
	⁵ B ホウ素	⁶ C 炭素	⁷ N 窒素	⁸ O 酸素	
	¹³ Al アルミニウム	¹⁴ Si シリコン	¹⁵ P リン	¹⁶ S 硫黄	
³⁰ Zn 亜鉛	³¹ Ga ガリウム	³² Ge ゲルマニウム	³³ As 砒素	³⁴ Se セレン	
⁴⁸ Cd カドミウム	⁴⁹ In インジウム	⁵⁰ Sn スズ	⁵¹ Sb アンチモン	⁵² Te テルル	
			⁸³ Bi ビスマス		
価電子の数	2	3	4	5	6