

**■授業の目的**

本講義では、コンピュータ、電化製品、あるいは、情報通信機器等に使われている半導体、金属、誘電体、磁性体、および、超伝導体等の各種電子材料の物理的性質を理解するための基礎知識の修得を目的とする。

**■授業の到達目標**

結晶の周期構造を知り、その周期構造から材料の各種性質（熱的、電気的、光学的性質等）が決まることを理解する。各電子材料の物理的特徴とデバイス等の応用例について説明できる。

**■授業計画**

- 1 電子材料・物性概説  
本講義の概要について説明する。金属、半導体、誘電体、および、磁性体といった電子材料やそれらの示す物性について概観する。
- 2 結晶構造  
原子間に働く力について確認した後、結合の種類（イオン、共有、金属結合等）について学ぶ。また、結晶の分類と構造についても解説する。
- 3 格子振動と固体の熱的性質  
結晶を構成する原子・分子の振動である格子振動（フォノン）について説明する。さらに、格子振動と密接に関係する固体の比熱と熱伝導についても学ぶ。
- 4 古典的電子伝導モデル  
古典論を用いて金属の電子伝導の理論を説明する。ドリフト速度や移動度といった電気的特性の基礎的な物理量を学ぶ。
- 5 量子力学の基礎 I  
固体内の電子の振る舞いを理解するために必要な量子力学の基礎について説明する。シュレディンガー方程式とその解法（井戸型ポテンシャル）について学ぶ。
- 6 量子力学の基礎 II  
非常に薄いポテンシャル障壁に対するトンネル効果について学ぶ。また、水素原子のまわりの電子の状態について理解する。
- 7 エネルギーバンド理論 I  
自由電子モデルを用いて金属の伝導電子の振る舞いを知る。金属の電子密度分布とフェルミレベルについて理解する。
- 8 エネルギーバンド理論 II  
周期的ポテンシャルを用いたクロローニヒ・ペニーのモデルによりエネルギーバンド構造を説明する。正孔や有効質量の概念について理解する。
- 9 半導体 I  
真性半導体および不純物半導体について説明した後、半導体のキャリア密度とその温度依存性について解説する。
- 10 半導体 II  
ホール効果測定から半導体のキャリア密度と移動度を知る方法を説明する。また、半導体を用いた電子デバイスについて概説する。
- 11 固体の光学的性質  
半導体の光物性について学ぶ。光の吸収機構、および、直接遷移と間接遷移の相違について説明し、半導体光デバイスについても概説する。
- 12 誘電体  
誘電率と分極の関係を示した後、誘電体の分極機構について説明する。また、誘電率が電界の周波数によって変化する誘電分散についても学ぶ。
- 13 磁性体と超伝導体  
電子材料の磁気的性質、および、磁性体の分類とそれらの応用について説明する。さらに、超伝導現象、超伝導物質とその応用についても学ぶ。
- 14 電子材料の作製方法  
結晶の成長方法（バルク成長や薄膜成長）について説明する。また、結晶の成長機構について概説する。
- 15 期末試験  
これまでの講義についてまとめを行った後、期末試験を実施する。その後、解説も行う。

**■授業の方法**

基本的には教科書に沿ってパワーポイントと板書を併用して講義を行うが、補助資料を配布する場合もある。理解を深めるために適宜演習を行う。写真や映像を用いて電子材料の作製方法について紹介する。

**■予習・復習**

予習：講義前に教科書の該当する章を一通り読んでおくことが望ましい。該当する章については事前に説明する。

復習：講義後に一通り教科書、ノートを読み返し、復習すること。分からなかった演習問題については、もう一度自力で解いてみる。

**■成績評価の方法**

成績評価は最終授業において行う期末試験を主体とし、不定期に行う小テストの結果も加味して総合的に判断する。1～2回程程度のレポートを課す場合もあり、その内容に応じて加点することも考えている。

**■教科書・参考書**

教科書：「新版 電子物性」 松澤剛雄 他（森北出版）

参考書：「電子物性基礎」 電気学会（オーム社）、「半導体工学」 高橋清（森北出版）

**■関連する科目**

微分積分、線形代数、物理学、化学、電磁気学、半導体デバイス