

# 半導体物性学 (MA3e13L1)

担当教員：霜垣 幸浩 教授

対象：第3学年

単位数：2.0

バイオ

環境・基盤

ナノ・機能

限定

限定

限定

実施時期：S2 ターム 火曜日 3 時限  
金曜日 3 時限

場所：4 1 号講義室

## 講義目的

半導体材料の物性と基本的な半導体デバイスの動作原理を理解することを目標とする。半導体のキャリア密度、不純物準位、フェルミレベルなどの本質的理解をもとに、pn 接合のエネルギーダイアグラムを正確に理解する。また、pn 接合を利用した半導体デバイス（太陽電池、LED、半導体レーザ）の動作原理を習得するとともに、ヘテロ接合や新規マテリアルの導入によるデバイス高性能化など、マテリアル工学的アプローチを理解することを目的とする。また、半導体デバイス高集積化に伴う工学的諸問題のマテリアル工学的解決指針なども概説する。

## 講義項目

1. 半導体材料とデバイス開発の歩み
2. 半導体の主要な物性 ( $E_g$  と電気伝導度)
3. 量子論 (原子の構造と電子のエネルギー)
4. 結合とエネルギー帯の形成, 電気伝導度
5. 真性半導体のキャリア密度
6. キャリア密度の温度依存性と不純物の影響
7. 不純物半導体のフェルミ準位
8. キャリアの輸送現象 (ドリフトと拡散)
9. キャリアの生成と消滅, 連続の式, pn 接合
10. pn 接合の IV, CV 特性
11. LED, 半導体レーザ
12. 太陽電池
13. バイポーラトランジスタ
14. MOS 電界効果トランジスタと ULSI

## 理解すべき事項

電子のエネルギー準位  
状態密度と分布関数, キャリア密度  
キャリアの輸送方程式  
pn 接合, 空乏層, 内蔵電位  
デバイス動作原理  
ヘテロ接合の利用  
トランジスタ増幅作用  
ショットキー接合, オーミック接合  
集積回路基礎  
集積回路微細化限界に対応するマテリアル技術

## 関連する講義

事前履修：材料量子力学, 材料統計力学, 固体物性学

並行履修：

事後履修：デバイス材料工学, 応用ナノデバイス材料学, 応用半導体プロセス学

参考書 (テキスト)：プリントを配布する

参考書：固体物理学[改訂新版]—21 世紀物質科学の基礎 (H. イバツハ・H. リュート 著, シュプリンガー・ジャパン), 半導体デバイス (Sze 著, 産業図書), 半導体物性 (小長井著, 培風館), エッセンシャル応用物性論 (荻野著, 朝倉書店), 固体電子論入門 (志村著, 丸善)

講義ノートのリンク先：

成績評価：出席, 小テスト, 中間試験および期末試験の成績を総合的に評価する。

備考