

No.	実施大学	授業科目名	担当教員	単位数	開講区分	曜日	予定回数	時間	実施場所	定員
78	工学院大学	電子デバイス	相川 慎也 工学部 准教授	2	後期	水	15	12:30～14:00	工学院大学 八王子キャンパス	5

【到達目標】

- ・エネルギーバンド図を適切に描くことができ、バンド図を用いて電子（正孔）の挙動を説明することができる
- ・真性半導体および不純物半導体（n型・p型）に関する定性的または定量的説明ができる
- ・バンド図を用いたpn接合ダイオードに関する説明ができる。また、主要ファクターの導出ができる
- ・MOSFETにおけるキャリア輸送に関する定性的説明ができる。また、主要ファクターの導出ができる

【授業の概要】

電子デバイスはディスクリートの素子としてよりは、むしろ集積回路を構成して用いられることが多い。集積回路を扱うには、個々のデバイスの振る舞いをしっかり理解しておくことが必要である。

本講義では、ダイオードやトランジスタなどの非線形素子の概念を持ち、その機能を定性的・定量的に説明できることをねらいとする。電子物性で学んだ固体中での電子の挙動をベースに、電子デバイスを形成するための半導体物理と電子デバイスの動作原理・設計指針に関する考え方を修得する。

なお、状況に応じて実施方式や内容の一部を変更することがある。

【授業内容】

1. 【バンド理論の概略】

半導体素子の動作原理を説明するための基本的な物理現象として、固体中の電子のエネルギー値が離散的かつ帯状になること、および正孔の概念、金属・半導体・絶縁体の違いを理解する。

2. 【半導体中のキャリア濃度】

半導体素子の動作原理を説明するための基本的な物理現象として、半導体中のキャリア濃度が何によって決められるか、不純物の添加量と抵抗率の関係、キャリア濃度の温度依存性を理解する。

3. 【半導体中の電気伝導】

半導体素子の動作原理を説明するための基本的な物理現象として、電界印加時の電子の運動、キャリアの拡散現象を理解する。

4. 【pn接合のエネルギー帯図】

半導体が出払領域にあり、ドナーやアクセプターがすべてイオン化している条件を前提とし、pn接合面に空乏層が形成される理由、拡散電位が電圧計で測定できない理由を理解する。

5. 【pn接合ダイオードの電流-電圧特性】

半導体が出払領域にあり、ドナーやアクセプターがすべてイオン化している条件を前提とし、順方向電流が電圧に対して指数関数的に増加する理由、逆方向電流が電圧に対して一定となる理由を理解する。

6. 【pn接合ダイオードの空乏層容量】

半導体が出払領域にあり、ドナーやアクセプターがすべてイオン化している条件を前提とし、静電容量と空乏層中の電荷量の関係、印加電圧と静電容量の関係を理解する。

7. 【金属-半導体接触のエネルギー帯図と電流-電圧特性】

金属と半導体を接触させた界面において、どのような場合に空乏層が形成されるか、pn接合とは何が異なるかを理解する。

8. 【ショットキー接触・オーミック接触】

ショットキー接触およびオーミック接触の違いを定性的かつ定量的に理解する。

9. 【バイポーラトランジスタの動作原理】

pn接合ダイオードで学んだダイオード特性とバイポーラトランジスタの特性の関連性を理解し、どのようにして電力が増幅されるかを学ぶ。

10. 【バイポーラトランジスタにおけるキャリアの挙動】

pn接合ダイオードで学んだダイオードにおけるキャリアの挙動とバイポーラトランジスタにおけるその違いを理解する。トランジスタ特性に及ぼすベース領域部分の設計指針を定性的かつ定量的に学ぶ。

11. 【MISFETの基本原則と半導体表面の物理】

キャパシタとMISダイオードの類似点と相違点について理解し、MISFETの基本原則を学ぶ。

12. 【MOSFET】

MOSFETの静特性を理解するとともに、バイポーラトランジスタとの類似点・相違点を説明できるようにする。

13. 第1回～第12回で実施した確認テストの解説と課題のフィードバックを行う。

14. 学期末筆記試験

15. 学期末筆記試験についてフィードバックする。

【成績評価方法】

原則として、期末試験（50%）、課題（30%）、各回の確認テスト（20%）の結果に基づいて、A+～Fの6段階で評価する。D以上を合格とする。期末試験は第14回目の授業内で実施する。

ただし、5回以上欠席した場合は履修放棄とみなし単位認定を行わない。

出席はCoursePowerで実施する各回確認テストの提出状況で管理する。

【教科書】

國岡昭夫・上村喜一「基礎半導体工学」朝倉書店（ISBN-13: 978-4254221381）、定価：本体3,400円＋税

【参考書、教材等】

S.M.ジュー／南日康夫・川辺光央・長谷川文夫訳「半導体デバイス（第2版）—基礎理論とプロセス技術—」産業図書（ISBN-13: 978-4782855508）、定価：本体6,600円＋税

※ この授業は、9/13（水）が初回です。