

半導体工学 (Semiconductor Electronics)		5 年・通年・2 学修単位(β)・選択 電気工学科・担当 大谷 真弘	
〔準学士課程(本科 1-5 年) 学習教育目標〕 (2)	〔システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標〕 B-2 (80%), D-1 (20%)	〔JABEE 基準〕 d-1. d-2a	
〔講義の目的〕 電気・電子系技術者にとって、エレクトロニクス社会を支える半導体デバイスを理解することは必須である。本講義では、半導体の基礎的な物理現象に関する理解を確実なものとするとともに各種半導体デバイスの構造、特性までを理解することを目的とする。			
〔講義の概要〕 前期では、電子工学および電気材料工学で学んだ半導体物理の基礎を踏まえ、半導体の物性を理解する上で必要な量子論の基礎について解説を行う。その後、半導体の電導機構、pn 接合、金属-半導体接触などについて解説した後、各種ダイオードデバイスとトランジスタについて解説する。後期には、半導体の光学的性質や熱電的性質等について説明し、それを応用したデバイスについて解説する。また、現在のエレクトロニクス機器の核をなす集積回路の基本素子である MOSFET に焦点をあて、その動作原理と製造工程、基本的な MOSFET 増幅回路について解説する。 講義全般において課題と演習を提示し、講義に対する予習と復習を促すとともにより深い知識を自ら学ぶ姿勢を身につけることができるよう配慮する。			
〔履修上の留意点〕 半導体の物理現象を理解するためには数学および物理的な知識が必要不可欠である。これらは一朝一夕に習得できるものではないので、日々の積み重ねを怠らないよう心がけなければならない。			
〔到達目標〕 前期中間試験： 1) 量子論の基礎および帯理論の理解, 2) 半導体における電気伝導の理解 前期末試験： 1) pn 接合のエネルギー準位図と特性, 空乏層容量の理解 2) ヘテロ接合, 金属-半導体接触の理解 3) トランジスタおよび各種デバイスの動作原理についての理解 後期中間試験： 1) 半導体の光学的性質と光デバイスの理解, 2) 半導体の熱電的性質, 各種性質の理解, 3) 量子効果デバイスについての理解 学年末試験： 1) 集積回路の基本的な製作プロセスの理解, 2) MOSFET の基本動作の理解, 3) MOSFET 増幅回路についての理解			
〔自己学習〕 講義に臨むにあたり、教科書や参考書等による予習と復習を行うこと。			
〔評価方法〕 定期試験の結果を 80%, 課題レポートを 20%として評価する。成績不振学生には、適宜、学力補充試験を実施する。			
〔教科書〕 高橋清, 山田陽一, 「半導体工学 (第 3 版) -半導体物性の基礎-」, 森北出版			
〔補助教材・参考書〕 補助教材：配布資料 参考書： 國岡昭夫, 上村喜一, 「基礎半導体工学」, 朝倉書店 高橋清, 「見てわかる半導体の基礎」, 森北出版 樋口 英世, 「例題で学ぶ 半導体デバイス入門」, 森北出版 Andrew S. Grove, 「半導体デバイスの基礎」, オーム社 谷口研二, 「LSI 設計者のための CMOS アナログ回路入門」, CQ 出版社 など			
〔関連科目・学習指針〕 電子工学, 電気電子材料, 電磁気学, 微分積分, 応用数学, 応用物理, アナログ回路			

## 講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	ガイダンス	ガイダンス	
第2週	量子論の基礎 1	粒子と波動, 波束と群速度, ド・ブロイの関係式	
第3週	量子論の基礎 2	シュレディンガーの波動方程式, フェルミエネルギー	
第4週	固体のバンド理論	導体・半導体・金属の帯構造, 波動方程式による帯理論の導出	
第5週	統計力学の基礎	フェルミ・ディラック分布関数	
第6週	半導体の電気伝導 1	キャリア濃度, キャリアの再結合, 連続の方程式	
第7週	半導体の電気伝導 2	アインシュタインの関係式, 半導体の種類, p 型・n 型	
第8週	前期中間試験		
第9週	pn 接合 1	エネルギー準位図と電流-電圧特性 (階段接合・傾斜接合)	
第10週	pn 接合 2	空乏層容量と降伏現象, トンネルダイオード	
第11週	ヘテロ接合	エネルギー準位図, 電流輸送機構, デバイスへの応用	
第12週	金属-半導体接合	エネルギー準位図, 電気伝導, ショットキーダイオード	
第13週	トランジスタ 1	接合型トランジスタのエネルギー準位図と各種特性	
第14週	トランジスタ 2	電界効果型トランジスタのエネルギー準位図と各種特性	
第15週	各種デバイス	CCD, ユニジャンクショントランジスタ, サイリスタ等	
前期期末試験			
第16週	半導体の光学的性質 1	半導体の光物性	
第17週	半導体の光学的性質 2	発光, 光電効果	
第18週	光デバイス	光検出デバイス, 発光素子	
第19週	半導体の熱電的性質	ゼーベック効果, ペルチエ効果, 半導体の熱伝導率	
第20週	半導体の各種性質	磁電効果, ひずみ抵抗効果	
第21週	量子効果デバイス	超格子, 量子井戸	
第22週	後期中間試験		
第23週	半導体製作プロセス	熱拡散, イオン注入, 熱酸化	
第24週	CMOS 集積回路	CMOS 集積回路の製作プロセス	
第25週	MOSFET の動作 1	基本特性, 弱反転領域と強反転領域, $I_D$ - $V_{DS}$ 特性の傾斜	
第26週	MOSFET の動作 2	MOSFET 小信号等価回路と相互コンダクタンス	
第27週	MOSFET 増幅回路 1	基本増幅回路カスコード増幅回路	
第28週	MOSFET 増幅回路 2	MOS 増幅回路の周波数特性	
第29週	MOSFET 増幅回路 3	差動増幅回路	
第30週	半導体産業の動向	半導体産業の最新動向	
学年末試験			

\* 4 : 完全に理解した, 3 : ほぼ理解した, 2 : やや理解できた, 1 : ほとんど理解できなかった, 0 : まったく理解できなかった.  
 (達成) (達成) (達成) (達成) (達成)