

<b>半導体工学</b> <b>(Semiconductor Electronics)</b>		<b>5 年・通年・2 学修単位 (β)・必修</b> <b>電気工学科・担当 大谷 真弘</b>
〔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
<b>〔講義の目的〕</b> 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。		
<b>〔講義の概要〕</b> 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、それらの詳細について演習を中心に講義を行う。また、その基礎的な応用である各種ダイオードデバイスとバイポーラトランジスタについて解説する。後期には、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を解説する。また、基本的な MOSFET 増幅回路についても解説する。 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。		
<b>〔履修上の留意点〕</b> 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。		
<b>〔到達目標〕</b> <b>前期中間試験：</b> 1) 半導体の種類と電気的性質の理解 2) 半導体における電気伝導の理解 <b>前期期末試験：</b> 1) pn 接合のエネルギー帯図と電流電圧特性、空乏層容量の理解 2) 金属-半導体接合についての理解 3) バイポーラデバイスの動作原理とアクティブデバイスについての理解 <b>後期中間試験：</b> 1) 光デバイスとユニポーラデバイスの基本原理の理解 2) 理想 MIS 構造と現実の MIS 構造の違いについての理解 <b>学年末試験：</b> 1) MOSFET のデバイス構造と基本動作の理解 2) MOSFET 増幅回路についての理解 3) 集積回路の基本的な製作プロセスの理解		
<b>〔評価方法〕</b> 定期試験の結果を <b>80%</b> 、課題レポートを <b>20%</b> 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。		
<b>〔教科書〕</b> 樋口 英世, 「例題で学ぶ 半導体デバイス入門」, 森北出版 <b>〔補助教材・参考書〕</b> 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, 「半導体工学」, 森北出版 大山英典, 葉山清輝, 「半導体デバイス工学ーデバイスの基礎から製作技術までー」, 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		
<b>〔関連科目〕</b> 電子工学, 電気材料工学, 電磁気学, 微分積分, 応用数学, 応用物理, 電子回路工学		

## 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	半導体の基礎 1	結晶構造, エネルギー帯構造, 真性半導体と不純物半導体	
第3週	半導体の基礎 2	状態密度と分布関数キャリア密度	
第4週	量子力学の基礎	シュレディンガーの波動方程式, 量子井戸	
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	移動度と抵抗率, 拡散電流キャリアの再結合と寿命	
第7週	半導体の電気伝導 2	拡散方程式, 深い不純物準位と表面準位	
第8週	前期中間試験		
第9週	pn 接合 1	エネルギー帯図と電流-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	
第11週	金属-半導体接合 1	金属-半導体接合のエネルギー帯図	
第12週	金属-半導体接合 2	電気伝導, ショットキーダイオード	
第13週	バイポーラデバイス 1	バイポーラトランジスタのエネルギー帯図と増幅作用	
第14週	バイポーラデバイス 2	電流輸送率と各種等価回路	
第15週	アクティブデバイス	ユニジャンクショントランジスタ, ガンダイオードなど	
前期期末試験			
第16週	光デバイス 1	半導体の光物性	
第17週	光デバイス 2	光検出デバイス, 発光素子	
第18週	ユニポーラデバイス 1	理想 MIS 構造と MOSFET の基礎	
第19週	ユニポーラデバイス 2	実際の MIS 構造	
第20週	ユニポーラデバイス 3	接合形 FET	
第21週	ユニポーラデバイス 4	MES 形 FET と HEMT	
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	半導体産業の動向	半導体産業の最新動向	
第26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27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28週	MOSFET 増幅回路 1	基本増幅回路カスコード増幅回路	
第29週	MOSFET 増幅回路 2	MOS 増幅回路の周波数特性	
第30週	MOSFET 増幅回路 3	差動増幅回路	
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)