

科目	半導体工学 (Semiconductor Engineering)		
担当教員	河合 孝太郎 講師		
対象学年等	電気工学科・4年・通年・必修・2単位 (学修単位III)		
学習・教育目標	A2(100%)		
授業の概要と方針	これまで学習した半導体デバイスの基礎知識に降伏や劣化などを含め、より深い知識を身につける。さらに、その半導体デバイス作製に用いられる成膜装置やプロセスの基礎についても学ぶ。		
	到達目標	達成度	到達目標別の評価方法と基準
1	[A2]エネルギーバンド構造を書くことができ、基板の不純物量からフェルミレベルのエネルギーを計算により算出できる。		エネルギーバンドとP-N接合の特性について前期中間試験及びレポートで評価する。
2	[A2]pn接合のI-V特性について降伏やトンネルダイオードについて説明でき、金属と半導体の接触を定性的に理解する。		バイポーラトランジスタや金属と半導体の接触について前期定期試験及びレポートで評価する。
3	[A2]酸化膜内の欠陥について理解し、欠陥が及ぼすデバイスへの影響と欠陥低減技術を理解する。		MOSキャパシタのC-V特性や酸化膜内の欠陥が及ぼす影響について後期中間試験及びレポートで評価する。
4	[A2]MOSFETの基本原理や特性評価の方法について説明することができる。		MOSFETの基本原理や特性評価の方法について後期定期試験及びレポートで評価する。
5	[A2]MOSデバイスの基本的作製工程や成膜装置について説明することができる。		MOSFETの作製方法やその特性について後期定期試験及びレポートで評価する。
6	[A2]フラッシュメモリなどのMOSFETに類似したデバイスについて説明できる。		フラッシュメモリやSOIなどのMOSFETに類似したデバイスについて後期定期試験及びレポートで評価する。
7			
8			
9			
10			
総合評価	成績は、試験85% レポート15% として評価する。試験85%分は4回の試験の相加平均をとる。試験成績85点とレポート成績15点を合わせて100点満点で60点以上を合格とする。総合評価の小数点以下は切り捨てる。		
テキスト	半導体工学 第3版・半導体物性の基礎- 高橋清,山田陽一著		
参考書	半導体デバイス S.M.ジー		
関連科目	電気材料,応用物理,電子工学		
履修上の注意事項	3年生の電子工学で修得した半導体デバイスの基本的動作原理に、界面準位などの欠陥や降伏などの劣化を含め、エネルギーバンドを用いてより深い知識を習得する。また、5年生の電気材料とも関連が深いため十分に理解して欲しい。		

授業計画(半導体工学)

	テーマ	内容(目標・準備など)
1	半導体について	半導体特有の真性電導現象について、金属との比較を行いながらエネルギーバンド図を用いて解説する。また単結晶Siの作製方法として、チョクラルスキー法とフローティングゾーン法について解説する。
2	Si基板中でのキャリアの振る舞い	Si基板中を流れるキャリアが起こす、ドリフト電流、フォノン散乱、有効質量などについて解説する。
3	シュレーディンガー方程式の概要	半導体の基本となるシュレーディンガー方程式について解説する。
4	半導体のキャリア密度	フェルミ・ディラック分布関数と状態密度関数から半導体のキャリア密度を導出する。また、真性半導体において、フェルミ準位が禁制帯の中央に存在することについて解説する。
5	不純物半導体のバンド構造とフェルミ準位の温度依存性	不純物半導体においてフェルミ準位が温度に依存することについて解説する。
6	pn接合の作製方法	基本特性の復習と、pn接合の作製方法について解説する。
7	pn接合のI-V特性	3年電子工学とは異なり、pn接合ダイオードのI-V特性を定量的にキャリア密度の式を用いて解説する。
8	前期中間試験	前期の前半部分で授業を受けた内容が理解できているかを評価する。
9	前期中間試験の解答と解説	試験問題の解答と解説、採点基準の説明、試験範囲の復習を行う。
10	pn接合の降伏機構	なだれ降伏とZener降伏について説明し、それぞれにおける降伏電圧の温度依存性の違いについて、メカニズムも含めて解説する。
11	トンネルダイオードとI-V特性	まず、トンネル効果とトンネルダイオードのI-V特性について説明し、そのメカニズムをエネルギーバンド図を用いて解説する。
12	バイポーラトランジスタの作製方法	バイポーラトランジスタの作製方法を詳細に解説する。
13	金属-半導体接触I	電子親和力と仕事関数について説明した後、ショットキー接触とショットキーバリアダイオードについて解説する。
14	金属-半導体接触II	オーミック接触について解説する。また、ショットキー接触の界面において、オーミック接触を実現する方法について解説する。
15	前期定期試験の解答と解説	試験問題の解答と解説、採点基準の説明、試験範囲の復習を行う。
16	MOS構造	理想MOS構造における蓄積、空乏、反転のそれぞれの状態について解説する。
17	MOS構造のC-V特性	MOS構造におけるC-V特性の測定方法と測定する意義、また、C-V特性の周波数依存性について解説する。
18	実際のMOS構造I	金属と半導体の間で仕事関数に差が生じている場合に、C-V特性に与える影響について解説する。
19	実際のMOS構造II	界面準位がMOS構造の特性に与える影響と界面準位の軽減方法について解説する。
20	実際のMOS構造III	酸化膜内に固定電荷、捕獲電荷、可動イオンが存在した場合にMOS構造の特性に及ぼす影響について解説する。また、クリーンルームの概要を説明する。
21	MOSFETの作製方法	MOSFETの作製プロセスと性能の向上について解説する。
22	集積回路	集積回路の分類と集積化の意義、ムーアの法則等について解説する。
23	後期中間試験	後期の前半部分で授業を受けた内容が理解できているかを評価する。
24	後期中間試験の解答と解説	試験問題の解答と解説、採点基準の説明、試験範囲の復習を行う。
25	MOSFETの基本動作	入力特性、出力特性やエンハンスメント型、ディプレッション型について説明する。
26	MOSFETの特性解析	入力特性からしきい値電圧、相互コンダクタンスなどの特性の解析方法について学習する。
27	JFETの動作	接合型電界効果トランジスタについて解説する。
28	センサー部品としての半導体光電変換素子	フォトダイオード、APDなどの半導体光電変換素子について解説する。
29	フラッシュメモリの原理	フラッシュメモリの原理について説明する。
30	後期定期試験の解答と解説	試験問題の解答と解説、採点基準の説明、試験範囲の復習を行う。
備考	本科目の修得には、60時間の授業の受講と30時間の自己学習が必要である。前期、後期ともに中間試験および定期試験を実施する。	