

科目	半導体工学 (Semiconductor Engineering)		
担当教員	市川 和典 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%)	JABEE基準1(1)	(c),(d)1
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	到達目標毎の評価方法と基準
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で評価する。
2	【A2】 P-N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で評価する。
4	【A2】 MOSFETのスケーリング則や単チャネル効果を説明することができ、先端のトランジスタについて理解する。		MOSFETのスケーリング則や単チャネル効果や先端のトランジスタについて後期定期試験で評価する。
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で評価する。
6			
7			
8			
9			
10			
総合評価	成績は、試験100% として評価する。100点満点で60点以上を合格とする。		
テキスト	半導体工学 第2判 高橋清著		
参考書	半導体デバイス S.M.ジュー		
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 1 (半導体工学)		
週	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	半導体について	半導体の性質と, 半導体に主として用いられる単結晶Si基板の作製方法について学習する.
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学習する.
3	バンド構造とフェルミレベル	半導体のバンド構造とフェルミレベルをフェルミ分布から説明する.
4	局在準位の発生と種類	局在準位の発生や深い準位, 浅い準位, 界面準位について説明する.
5	Shockley-Readモデル	Shockley-Readモデルを用いてキャリアの生成メカニズムについて説明する.
6	P-N接合の作製方法	電圧印加前のP-N接合の空乏層, 内部電位発生機構を含めた基本特性と, その作製の方法について説明する.
7	P-NダイオードのI-V特性	順バイアス, 逆バイアス印加後のP-Nダイオードの基本的な特性について説明する.
8	中間試験	1回~7回までの内容について中間試験を行なう.
9	P-Nダイオードの降伏機構	P-Nダイオードの降伏の機構について説明する.
10	トンネルダイオード	トンネルダイオードの電流電圧特性について説明する.
11	バイポーラトランジスタの作製方法	npnバイポーラトランジスタを例にその作製方法とフォトリソグラフィーなどの技術について説明する.
12	バイポーラトランジスタの増幅機構	バイポーラトランジスタの増幅機構について学習する.
13	金属-半導体の接合I	金属-半導体接合の特性に関与する, 電子親和力や仕事関数や金属蒸着装置について説明する.
14	金属-半導体の接合II	仕事関数と電子親和力によって, オーミック接触やショットキー接触になることを説明する.
15	復習	今まで学習した内容について復習する.
16	ショットキーダイオード	ショットキーダイオードの基本特性について説明する.
17	理想MOSダイオードの電気特性と酸化膜作製方法について	理想MOSダイオードの電気特性である蓄積, 空乏, 反転について説明し, SiO ₂ の作製方法を例に, 熱酸化法, CVD法について説明する.
18	MOSダイオードのC-V特性	C-V特性の周波数依存性や, しきい値電圧のシフトなどからの評価について説明する.
19	実際のMOSダイオード	界面準位を含んだ実際のMOSダイオードでの理想MOSダイオードとの特性の違いを説明する.
20	酸化膜内に存在する欠陥の種類	固定電荷や界面準位や可動イオンについて説明し, クリーンルームのクリーン度の定義について学習する.
21	酸化膜内に存在する欠陥がデバイスに与える影響	欠陥が存在する場合のC-V特性の変化などについて説明する.
22	界面準位密度低減技術	水素を含んだガス中でのアニールの効果や(100)面を使用するなど, 界面準位密度低減技術について説明する.
23	後期中間試験	16回~22回までの内容について中間試験を行なう.
24	MOSFET作製方法	MOSFETの作製方法について学習する.
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	界面準位の影響	界面準位がトランジスタの動作にどのような影響を及ぼすか学習する.
27	スケール則	トランジスタの微細化, 集積化により特性がどのように向上するかを説明する.
28	先端トランジスタI	バックゲート型, SOI-FET, 薄膜トランジスタなどについて紹介する.
29	新材料を用いた先端トランジスタ	カーボンナノチューブFETなどを紹介する.
30	復習	これまでの復習をする.
備考	前期, 後期ともに中間試験および定期試験を実施する. 前期, 後期ともに中間試験および定期試験を実施する.	