

科目	半導体工学 (Semiconductor Engineering)		
担当教員	大向 雅人		
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	工学複合プログラム	A-2(100%)	JABEE基準I(1) (c),(d)1
授業の概要と方針	固体中の電子の挙動について定量的に扱い、半導体デバイスの基礎知識を身につける。さらに、誘電体の光学的な特性と磁性体の磁気的特性について学び、その応用について知る。		
	到達目標	達成度	到達目標毎の評価方法と基準
1	【A-2】ボーアの理論、自由電子論、ホール効果について定量的に説明できる。		ボーアの理論等が定量的に説明できるかを前期中間試験で評価する。
2	【A-2】半導体内のキャリア密度、pn接合のI-V特性について定量的に説明でき、金属と半導体の接触を定性的に理解する。		半導体内のキャリア密度、pn接合のI-V特性、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	【A-2】ヴィーデマン・フランツの法則について理解し、三種類の分極現象について、その特性を説明できる。		ヴィーデマン・フランツの法則、三種類の分極現象について後期中間試験で評価する。
4	【A-2】磁性体を分類し、それぞれの特徴について把握する。また、代表的な磁性材料を知っている。		磁性体を分類し、それぞれの特徴について把握しているかを後期定期試験で評価する。
5			
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	配布資料		
参考書	なし		
関連科目	電気材料，応用物理，電子工学		
履修上の注意事項	半導体デバイスの動作原理については3年生の電子工学で修得した定性的な理解から定量的な理解へと拡張する。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。履修上の注意として式の導出が自分でできるように訓練すること。		

授業計画 1 (半導体工学)		
回	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	量子論, シュレーディンガー方程式	量子力学の基礎を簡単に紹介する。
2	ボーアの理論, 原子軌道	ボーアの理論を用いて, 原子中の電子のエネルギーを導き出す。また, 原子軌道の種類を分類する。
3	共有結合とエネルギーバンド	原子が共有結合して固体のバンドがどのように形成されるかを理解する。また, 共有結合がなぜ起きるかを理解する。
4	電気伝導, 位相速度と群速度	ドリフト電流におけるドゥルルデの理論を学び, さらに位相速度と群速度の定義を学ぶ。
5	分散関係と有効質量	光と電子の分散関係を学び, 固体中の電子のみかけの質量を導き出す。
6	自由電子論, 状態密度	シュレーディンガー方程式を解くことにより, エネルギーの離散的状態を導き出し, その結果を用いて状態密度の計算を行う。
7	ホール効果と移動度	ホール効果を定性的, 定量的に学び, ホール効果の実験から移動度を求める方法を学ぶ。
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	半導体内のキャリア統計(1)	半導体内のキャリア密度を計算し, 有効状態密度について学ぶ。
10	半導体内のキャリア統計(2)	有効状態密度を用いて表したキャリア密度の式を用いて, 真性半導体の性質, np積からバンドギャップを求める方法を学ぶ。
11	半導体と金属の接触	半導体と金属の接触において, ショットキー接触になる場合とオーミック接触になる場合をバンド図を用いて理解する。
12	アインシュタインの関係式	アインシュタインの関係式を導き出す。
13	pn接合のI-V特性の導出	pn接合のI-V特性の導出を行い, ダイオードの特性を定量的に導き出す。
14	空乏層の容量	pn接合に逆バイアスがかけられた時の容量を表す式を導き出し, 拡散電位を求める方法を知る。
15	復習	今まで学んだ事柄をまとめて復習する。(場合によってはトランジスタの特性について講義する)
16	ヴィーデマン・フランツの法則	ヴィーデマン・フランツの法則を定量的に導き出す。
17	プロッホの定理とブリルアンゾーン	ヴィーデマン・フランツの法則を定量的に導き出す。
18	分極率と誘電率	誘電体内における電気磁気学の基礎を概観し, 分極率と誘電率の間に成り立つクラウジウス・モソッチの式を導き出す。
19	電子分極	電子分極について分極率を導き出す。
20	イオン分極	イオン分極におけるボルンの理論を紹介し, LSTの関係式と誘電率の周波数特性について学び, 残留線の存在することを学ぶ。
21	配向分極とランジュバン関数	配向分極を定量的に扱い, ランジュバン関数とその近似関数について学ぶ。
22	複素誘電率と誘電損失	誘電率が複素数で表される場合について学び, 誘電損失がその虚数成分で決まることを定量的に学ぶ。
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	磁化と磁性体の分類	磁性体における電気磁気学の基礎を概観し, 5つの磁性体の分類について知る。
25	磁性の原因	電子の角運動量と磁気モーメントの関係について学び, ボーア磁子について学ぶ。スピンの場合についても学び, g因子を物理的に理解する。
26	磁性元素, 常磁性, 反磁性	磁性にd電子が重要な役割を果たしていることを学び, 常磁性と反磁性のメカニズムについて学ぶ。
27	強磁性, 反強磁性, フェリ磁性	強磁性等の磁化曲線について学び, そこで見られるヒステリシス現象の原因として磁区構造と磁化の機構について知る。
28	磁化率の温度特性	常磁性体におけるキュリー-ワイスの法則, 強磁性体におけるキュリー・ワイスの法則を定量的に学ぶ。
29	磁性材料の応用	鉄心材料と永久磁石材料を中心に磁性体の応用例を具体的に知る。
30	復習	これまでの復習をする。(場合によっては磁性に関する発展の歴史及びインバー合金などの他の応用について講義する)
備考	中間試験および定期試験を実施する。	