

都城工業高等専門学校		開講年度	令和05年度 (2023年度)	授業科目	半導体工学
科目基礎情報					
科目番号	0057	科目区分	専門 / 必修		
授業形態	講義	単位の種別と単位数	学修単位: 2		
開設学科	電気情報工学科	対象学年	4		
開設期	後期	週時間数	2		
教科書/教材	「半導体工学」 高橋清 著 (森北出版) 978-4-627-71043-6				
担当教員	赤木 洋二				
到達目標					
1) エネルギー準位図について理解し、金属、半導体、絶縁体をエネルギー準位図から説明できる。 2) 半導体中のキャリア密度について状態密度、占有確率、フェルミ準位との関係から説明できる。 3) 半導体中のキャリアとフォノン性質を説明できる。 4) pn接合のエネルギー準位図と電流-電圧特性について説明できる。 5) 金属と半導体の接触について、エネルギー準位図から説明できる。 6) ヘテロ接合について、エネルギー準位図から説明できる。 7) トランジスタの構造および動作原理について説明できる。					
ルーブリック					
	理想的な到達レベルの 目安(優) A	標準的な到達レベルの 目安(良) B	最低到達レベルの目安 (可) C	未到達レベルの目安 (不可) D	(学生記入欄) 到達したレベルに○を すること。
評価項目1	エネルギー準位図について理解し、金属、半導体、絶縁体をエネルギー準位図から説明できる。また、p型とn型の半導体をエネルギー準位図を用いて説明でき、フェルミエネルギーについて説明できる。	エネルギー準位図について理解し、金属、半導体、絶縁体をエネルギー準位図から説明できる。また、p型とn型の半導体をエネルギー準位図を用いて説明できる。	エネルギー準位図について理解し、金属、半導体、絶縁体をエネルギー準位図から説明できる。	エネルギー準位図について理解できず、金属、半導体、絶縁体をエネルギー準位図から説明できない。	A ・ B ・ C ・ D
評価項目2	真性半導体・外因性半導体中のキャリア密度について状態密度、占有確率、フェルミ準位との関係から定量的に説明できる。また、半導体中のキャリアとフォノンの性質を定量的に説明できる。	真性半導体・外因性半導体中のキャリア密度について状態密度、占有確率、フェルミ準位との関係から説明できる。また、半導体中のキャリアとフォノンの性質を説明できる。	半導体中のキャリア密度について状態密度、占有確率、フェルミ準位との関係から説明できる。また、半導体中のキャリアとフォノンの性質を説明できる。	半導体中のキャリア密度について状態密度、占有確率、フェルミ準位との関係から説明できない。また、半導体中のキャリアとフォノンの性質を説明できない。	A ・ B ・ C ・ D
評価項目3	pn接合のエネルギー準位図と電流-電圧特性、接合容量について、定量的に説明できる。	pn接合のエネルギー準位図と電流-電圧特性、接合容量について説明できる。	pn接合のエネルギー準位図と電流-電圧特性について説明できる。	pn接合のエネルギー準位図と電流-電圧特性について説明できない。	A ・ B ・ C ・ D
評価項目4	金属と半導体の接触及びヘテロ接合について、界面準位を考慮したエネルギー準位図から説明できる。	金属と半導体の接触及びヘテロ接合について、エネルギー準位図から説明できる。	金属と半導体の接触もしくはヘテロ接合について、エネルギー準位図から説明できる。	金属と半導体の接触もしくはヘテロ接合について、エネルギー準位図から説明できない。	A ・ B ・ C ・ D
評価項目5	各種トランジスタの構造および動作原理、電流増幅率について説明できる。	トランジスタの構造および動作原理、電流増幅率について説明できる。	トランジスタの構造および動作原理について説明できる。	トランジスタの構造および動作原理について説明できない。	A ・ B ・ C ・ D
学科の到達目標項目との関係					
学習・教育到達度目標 B JABEE c JABEE d					
教育方法等					
概要	現代のエレクトロニクスは半導体によって支えられており、半導体工学は現在の工学分野においてあらゆるところで非常に重要な位置づけとなっている分野である。半導体においては、固体中の原子配列、不純物、電子のエネルギー状態、電気伝導、その他の諸現象についての理解が重要である。本授業では固体物理の基礎から学ぶとともに、ダイオードやトランジスタ、太陽電池に代表される半導体デバイスからの応用面も理解できるように学んでいく。				
授業の進め方・方法	事前に教科書や参考書を読み、授業内容を事前にノートにまとめておくこと。なお、この科目は学修単位科目のため、適宜、レポートを課すので、期限厳守の上、提出すること。				
注意点	数学(微積分、微分方程式など)、電磁気学、電子回路を十分に理解しておくこと。				
ポートフォリオ					

【授業計画の説明】実施状況を記入してください。

(記入例) ファラデーの法則、交流の発生についてはほぼ理解できたが、渦電流についてはあまり理解できなかった。

- ・前期中間試験まで：
- ・前期末試験まで：
- ・後期中間試験まで：
- ・学年末試験まで：

(記入例) ファラデーの法則に関する基礎問題はできたが、応用問題が解けず、理解不足だった。

- ・ 前期中間試験 点数： 総評：
- ・ 前期末試験 点数： 総評：
- ・ 後期中間試験 点数： 総評：
- ・ 学年末試験 点数： 総評：

・総合評価の点数： 総評：

【授業計画の説明】実施状況を記入してください。

- ・前期中間試験まで：
- ・前期末試験まで：
- ・後期中間試験まで：
- ・学年末試験まで：

【評価の実施状況】 総合評価を出した後に記入してください。

☐ アクティブラーニング	☒ ICT 利用	☐ 遠隔授業対応	☐ 実務経験のある教員による授業
-------------------------------------	--	---------------------------------	---

		週	授業内容	週ごとの到達目標
後期	3rdQ	1週	0. 授業計画の説明	授業計画・達成目標・成績の評価方法等の説明をする。
		2週	1. 半導体の伝導機構 半導体の歴史および電気伝導現象 エネルギー準位	半導体の歴史およびさまざまな電気伝導現象について理解する。 量子の二重性およびシュレディンガー波動方程式を簡単に説明した後、ポーアのモデルから電子のエネルギー準位を求める。また、シリコン原子のエネルギー準位と電子配置を理解する。
		3週	エネルギー帯の形成	真性半導体および不純物半導体のエネルギー帯図について理解する。
		4週	真性半導体中のキャリア濃度	状態密度関数やフェルミディラックの分布関数を示し、真性半導体中のキャリア濃度を求める。
		5週	外因性半導体のキャリア濃度	外因性半導体中のキャリア濃度を求める。
		6週	半導体の電気伝導	キャリア再結合、連続の方程式、キャリア移動度、格子散乱、アインシュタインの関係式について理解する。
		7週	まとめ	まとめを行う
		8週	中間試験	中間試験
	4thQ	9週	試験答案の返却及び解説	試験問題の解説及びポートフォリオの記入
		10週	2. p-n接合 p-n接合のエネルギー準位図と電圧－電流特性、接合容量	p-n接合のエネルギー準位図と電圧－電流特性について理解する。また、接合容量について定性的および定量的に理解する。
		11週	3. 金属－半導体接触 金属－半導体接触のエネルギー準位図とショットキー障壁	整流接触およびオーミック接触について理解する。また、ショットキー障壁について理解する。
		12週	4. ヘテロ接合 ヘテロ接合のエネルギー準位図	ヘテロ接合のエネルギー準位図について理解する。
		13週	5. トランジスタ バイポーラトランジスタ 電界効果トランジスタ	各種トランジスタにおける構造、動作原理、電流増幅率について理解する。
		14週	出前授業	半導体工学に関する講演会
		15週	まとめ	まとめを行う

		16週	学年末試験		学年末試験	
モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標						
分類		分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週
専門的能力	分野別の専門工学	電気・電子系分野	電磁気	静電容量を説明でき、平行平板コンデンサ等の静電容量を計算できる。	2	
			電子回路	ダイオードの特徴を説明できる。	3	
				バイポーラトランジスタの特徴と等価回路を説明できる。	3	
				FETの特徴と等価回路を説明できる。	3	
			電子工学	電子の電荷量や質量などの基本性質を説明できる。	3	
				エレクトロンボルトの定義を説明し、単位換算等の計算ができる。	3	
				原子の構造を説明できる。	3	
				パウリの排他律を理解し、原子の電子配置を説明できる。	3	
				結晶、エネルギーバンドの形成、フェルミ・ディラック分布を理解し、金属と絶縁体のエネルギーバンド図を説明できる。	3	
				金属の電気的性質を説明し、移動度や導電率の計算ができる。	3	
				真性半導体と不純物半導体を説明できる。	3	
				半導体のエネルギーバンド図を説明できる。	4	
				pn接合の構造を理解し、エネルギーバンド図を用いてpn接合の電流－電圧特性を説明できる。	3	
				バイポーラトランジスタの構造を理解し、エネルギーバンド図を用いてバイポーラトランジスタの静特性を説明できる。	3	
				電界効果トランジスタの構造と動作を説明できる。	3	
			電力	半導体電力変換装置の原理と働きについて説明できる。	2	
			計測	SI単位系における基本単位と組立単位について説明できる。	3	
		情報系分野	その他の学習内容	トランジスタなど、デジタルシステムで利用される半導体素子の基本的な特徴について説明できる。	3	
評価割合						
	定期試験	レポート	合計			
総合評価割合	70	30	100			
基礎的能力	45	20	65			
専門的能力	25	10	35			