木更津工業高等専門学校		開講年度	平成29年度 (2017年度)	授業科目	半導体工学
科目基礎情報					
科目番号	0046		科目区分	専門 / 選択	
授業形態	授業		単位の種別と単位数	履修単位: 2	
開設学科	情報工学科		対象学年	5	
開設期	通年		週時間数	2	
教科書/教材	古川静二郎ほか著『電子デバイス工学』森北出版、1993年、1800円(+税)				
担当教員	和崎 浩幸				
到達目標					
<p>原子の構造と電子配置について理解する。また、共有結合による結晶構造について理解する。 エネルギー準位について理解し、結晶構造におけるバンド構造の形成について理解する。 結晶構造におけるエネルギーバンド構造を理解し、金属・半導体・絶縁体の違いを説明できる。 キャリア密度とフェルミ準位について理解し、結晶構造をもつ導体の移動度や導電率・抵抗率について理解する。 pn接合ダイオードの動作について、概要を説明できる。 バイポーラトランジスタ・MOS-FET・接合形FETの動作について、概要を説明できる。</p>					
ルーブリック					
	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安		
評価項目1	原子の構造と電子配置、共有結合による結晶構造について説明できる。	原子の構造と電子配置、共有結合による結晶構造について理解できる。	原子の構造と電子配置、共有結合による結晶構造について理解できていない。		
評価項目2	エネルギー準位、結晶構造におけるバンド構造の形成について説明できる。	エネルギー準位、結晶構造におけるバンド構造の形成について理解できる。	エネルギー準位、結晶構造におけるバンド構造の形成について理解できない。		
評価項目3	結晶構造におけるエネルギーバンド構造を用いて、金属・半導体・絶縁体の違いを説明できる。	結晶構造におけるエネルギーバンド構造による、金属・半導体・絶縁体の違いが理解できる。	結晶構造におけるエネルギーバンド構造による、金属・半導体・絶縁体の違いが理解できていない。		
評価項目4	キャリア密度とフェルミ準位について理解し、導体の移動度や導電率・抵抗率について説明できる。	キャリア密度とフェルミ準位について理解し、導体の移動度や導電率・抵抗率について理解できる。	キャリア密度とフェルミ準位について理解し、導体の移動度や導電率・抵抗率について理解できない。		
評価項目5	pn接合ダイオードの動作原理について説明できる。	pn接合ダイオードの動作原理について、概要を説明できる。	pn接合ダイオードの動作原理について、理解できない。		
評価項目6	バイポーラトランジスタ・MOS-FET・接合形FETの動作について説明できる。	バイポーラトランジスタ・MOS-FET・接合形FETの動作について理解できる。	バイポーラトランジスタ・MOS-FET・接合形FETの動作について理解できない。		
学科の到達目標項目との関係					
JABEE B-2 準学士課程 2(2)					
教育方法等					
概要	現在のハードウェアの基幹技術である、半導体とその代表的なデバイスの構造や動作特性などについて学ぶ。最初に、原子と結晶構造、エネルギーバンド等について学び、結晶構造をもつ物の基本について学ぶ。次に、pn接合、金属-半導体接合を学び、ダイオードの動作特性について学ぶ。また、バイポーラトランジスタ・MOS-FET・接合型FETの動作特性について学ぶ。				
授業の進め方・方法	前半は原子と結晶構造から半導体の特性について、説明する。 後半はバンドモデルによる、半導体デバイスの動作について説明する。				
注意点	数式を用いて説明する項目が多いので、式の計算などの表面的なことにとらわれず、物理的な意味を把握すること。				
授業計画					
前期	1stQ	週	授業内容	週ごとの到達目標	
		1週	単純な原子の構造や電子配列について学ぶ。	原子の構造、電子のとりうる軌道などについて理解する。	
		2週	原子の電子配列と原子の結合・結晶構造について学ぶ。	原子の電子配列規則、共有結合、結晶構造について理解する。	
		3週	電子の軌道とエネルギー準位、結晶構造におけるエネルギー帯の形成について学ぶ。	電子軌道とエネルギー準位の関係について理解する。また、エネルギー帯構造の違いによる電気的特性の違いについて理解する。	
		4週	真性半導体と外因性半導体のキャリアの発生の仕組みについて学ぶ。	真性半導体と外因性半導体のキャリアの発生の仕組みについて理解する。	
		5週	キャリア密度について、状態密度関数と分布関数を学ぶ。	状態密度関数と分布関数の持つ意味と概形について理解する。	
		6週	キャリア密度を状態密度関数と分布関数から求める方法を学ぶ。	キャリア密度の計算方法を理解し、ボルツマン分布で表現できることを理解する。	
		7週	真性半導体のキャリア密度とフェルミ準位について学ぶ。	真性半導体のキャリア密度とフェルミ準位について理解する。	
	8週	前期中間試験を実施する。	試験で60点以上の成績を目標とする。		
	2ndQ	9週	試験の解答と解説を行う。	試験の解答と解説をもとに、必要な復習等を行う。	
		10週	外因性半導体のキャリア密度とエネルギー準位について、温度領域に分けて学ぶ。	外因性半導体では、温度領域によって特性の変化が生じることを理解する。また、常温における多数キャリア密度とフェルミ準位について説明できる。	
		11週	半導体の電気伝導となる、ドリフト電流について学ぶ。	ドリフト電流が外部電界によるキャリアの移動で生じることを理解し、移動度や電流密度の関係について説明できる。	
12週		半導体におけるオームの法則として、抵抗率・導電率について学ぶ。	電界・移動度・キャリア密度によって、抵抗率・導電率が計算できる。		

後期		13週	半導体のキャリア濃度勾配による拡散電流について学ぶ。	キャリア密度の勾配によって電流が生じることを理解する。	
		14週	半導体のキャリアの連続の式について学ぶ。	キャリアの連続の式について、各項が表す意味を理解する。	
		15週	前期期末試験を行う。	試験で60点以上の成績を目安とする。	
		16週	試験の解答と解説を行う。	試験の解答と解説をもとに、必要な復習等を行う。	
	3rdQ		1週	pn接合について、接合部で生じる現象について学ぶ。	空間電荷領域の生成、拡散電位や電位障壁について理解する。また、エネルギーバンド図を書いて概要を説明できる。
			2週	pn接合のダイオードとしての順方向動作の概要について学ぶ。	エネルギーバンド図を使って、順方向電位を外部から加えたときの動作の概要を説明できる。
			3週	pn接合のダイオードとしての逆方向動作の概要について学ぶ。	エネルギーバンド図を使って、逆方向電位を外部から加えたときの動作の概要を説明できる。また、降伏現象の要因について説明できる。
			4週	pn接合ダイオードの電流特性について学ぶ。	キャリアの連続の式を用いてキャリアの状態を表せることを理解する。2階微分方程式を解くことで電流-電圧特性の式が得られることを理解する。
			5週	pn接合ダイオードの接合容量について学ぶ。	空間電荷領域が接合容量として働くことを理解する。
			6週	金属-半導体接合におけるショットキー接合について学ぶ。	エネルギーバンド図を書いて、ショットキーダイオードとしての動作概要が説明できる。
			7週	金属-半導体接合におけるオーミック接合について学ぶ。	エネルギーバンド図を書いて、オーミック接合としての動作概要が説明できる。
			8週	後期中間試験を行う。	試験で60点以上の成績を目安とする。
	4thQ		9週	試験の解答と解説を行う。	試験の解答と解説をもとに、必要な復習等を行う。
			10週	バイポーラトランジスタの動作原理について学ぶ。	順方向活性領域におけるエネルギーバンド図を書いて、動作の概要を説明できる。
			11週	パンチスルーやアーリー効果などについて学ぶ。	パンチスルーやアーリー効果などを理解し、トランジスタの構造や等価回路との関連を理解する。
			12週	MOS構造の特性について学ぶ。	ゲートに加える電圧によって、蓄積層・空乏層・反転層ができることを理解する。また、MOS構造の容量特性について理解する。
13週			MOSトランジスタの動作特性について学ぶ。	外部電圧による反転層の変化を理解し、MOSトランジスタの特性について概要を理解する。	
14週			接合型FETの動作特性について学ぶ。	接合型FETの構造から、外部電圧によって空乏層が変化することによる動作の概要について理解する。	
15週			後期期末試験を行う。	試験で60点以上の成績を目安とする。	
16週			試験の解答と解説を行う。	試験の解答と解説をもとに、必要な復習等を行う。	

評価割合

	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	その他	合計
総合評価割合	100	0	0	0	0	0	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	100	0	0	0	0	0	100
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0