

久留米工業高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	半導体材料
科目基礎情報						
科目番号		6C26		科目区分	専門 / 選択	
授業形態		講義		単位の種別と単位数	学修単位: 2	
開設学科		物質工学専攻（生物応用化学コース）		対象学年	専1	
開設期		前期		週時間数	2	
教科書/教材		参考書： Semiconductor Devices ed. S.M.Sze（ John Wiley & Sons, Inc. ）、基礎半導体工学 林 敏也 著（実教出版）				
担当教員		奥山 哲也				
到達目標						
1. 半導体の主な結晶構造について理解できる。 2. 導電体と半導体材料の電気伝導機構の違いについて説明できる。 3. pn接合について理解できる。						
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		共有結合や金属結合等の結合様式を説明でき、共有結合における充填率や原子間結合距離、原子置換に伴う格子定数の変化等を説明することができる。		共有結合や金属結合等の結晶様式の違いや結晶学的な違いを説明できる。		半導体材料と金属材料等でのそれぞれ結晶構造の違いが理解できない。
評価項目2		物質による電気伝導機構の違いをバンド構造図を使って説明でき、半導体でのキャリア密度の計算や電流密度、有効状態密度等の計算ができる。		導電体と半導体の電気伝導機構の違いをバンド構造図を使って説明できる。		導電体と半導体の電気伝導機構の違いが理解できない。
評価項目3		pn接合型半導体のバンド構造図を記述することができ、キャリア移動やIV特性、空乏層等の計算ができる。		pn接合型半導体についてキャリア移動やIV特性について説明することができる。		p型とn型半導体の違いが理解できない。
学科の到達目標項目との関係						
教育方法等						
概要		近年の情報伝達や機械制御等の工業技術を支えているコンピュータやエレクトロニクスの発展は、半導体材料の機能的物性を基礎としている。本講義では、半導体材料の基礎的性質から最近の技術について学習する。実務経験のある教員による授業科目：この科目は企業で半導体材料の研究開発を担当していた教員を中心に、その経験を活かして現場での技術の事例を含めた半導体材料の基礎から応用に関する授業を行うものである。				
授業の進め方・方法		プリントを適宜配布しながら講義を実施する。途中、英文の課題レポート提出を課す。他の学生に迷惑がかかるような学習態度が見られる場合は途中退席を命じる。講義において不明な点は授業の妨げにならない程度でその都度質問に応じる。講義内容は電気・電子材料の固体物性を基本とするため、物理学の復習や授業内容の復習を欠かさないことを推奨する。課題遂行状況に応じて中間試験実施の有無を決定する。オフィスアワー：電子メール等によって事前に日時を打ち合わせること。				
注意点		到達目標に記載した項目の内容に関する基礎的な理解度とその基本的活用度を評価基準とする。成績評価は中間試験50%、期末試験50%とし、中間試験を実施しなかった場合は期末試験100%とし、60点以上を合格とする。再試験は必要に応じて実施する。新型コロナウイルス感染症拡大防止により試験が実施できなかった場合は授業中に課した課題を総合評価に取り入れ、配分については授業で周知する。本科目は学修単位であるため、授業時間以外での学修が必要であり、レポートの提出が必須である。講義中に出てくる専門用語が理解できるように予習・復習すること。				
授業の属性・履修上の区分						
☐ 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
授業計画						
		週	授業内容		週ごとの到達目標	
前期	1stQ	1週	結晶学の基礎と応用		半導体材料と金属材料の違いについて理解できる。	
		2週	結晶学の基礎と応用2		半導体の種類とそれぞれの結晶構造の違いや充填率、結晶学的方位関係や面方位について理解できる。	
		3週	半導体材料の結晶構造の特徴		ダイヤモンド型、せん亜鉛鉱型やWurtzite構造の違いや特徴が説明できる。	
		4週	半導体の種類と結晶製造方法		CZ法やMBE法等の各種半導体作製方法について説明することができる。目的キャリア密度を持つ半導体作製に必要な不純物量の計算ができる。	
		5週	半導体結晶の製造方法 2		CZ法によるドーパント分布の計算ができる。	
		6週	結晶中での電子エネルギー状態		量子条件から電子のエネルギー状態および軌道半径を導出し、説明できる。	
		7週	確認試験（中間試験）		これまでの内容について説明ならびに計算することができる。	
		8週	結晶中でのエネルギーバンド構造		各種物質のエネルギーバンド構造図が理解できる。	
	2ndQ	9週	占有確率とエネルギー状態密度		有限温度における半導体材料のキャリアに関する有効状態密度、キャリア密度ならびに移動度等の電気伝導説明に必要な項目の説明ならびに計算ができる。	
		10週	半導体の電子分布		キャリア密度のnp積一定則が理解でき、キャリア密度の温度依存性を計算することができる。	
		11週	不純物半導体のエネルギーバンドとフェルミ準位		真性と不純物半導体のバンド構造図の違いを説明することができる。フェルミエネルギーの温度依存性について説明することができる。	

		12週	電界内および磁界内におけるキャリアの運動	ホール効果について説明ならびに計算することができ、アインシュタインの関係式を使ったキャリア移動度と密度の計算を行うことができる。
		13週	pn接合	pn接合型半導体のIV特性ならびに空乏層の説明や関連する項目の計算を行うことができる。
		14週	電子デバイスの基礎	デバイス構造の基本的事項が説明できる。
		15週	試験問題内容に関する理解度の再確認	定期試験で実施した項目や内容について説明できる。
		16週		

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	材料系分野	材料物性	原子の結合の種類および結合力や物質の例など特徴について説明できる。	4	前1,前2,前7
				陽子・中性子・電子からなる原子の構造について説明できる。	4	前4,前7
				ボーアの水素原子模型を用いて、エネルギー準位を説明できる。	4	前4,前6,前7
				4つの量子数を用いて量子状態を記述して、電子殻や占有する電子数などを説明できる。	4	前6,前7
				周期表の元素配列に対して、電子配置や各族および周期毎の物性の特徴を関連付けられる。	3	前5,前7
				結晶系の種類、14種のブラベー格子について説明できる。	4	前2,前7
				ミラー指数を用いて格子方位と格子面を記述できる。	4	前2,前7
				代表的な結晶構造の原子配置を描き、充填率の計算ができる。	4	前2,前3,前7
				X線回折法を用いて結晶構造の解析に应用することができる。	4	前3,前7
				電子が持つ粒子性と波動性について、現象を例に挙げ、式を用いて説明できる。	4	前4,前6,前7
				量子力学的観点から電気伝導などの現象を説明できる。	4	前4,前6,前7
				不純物半導体のエネルギーバンドと不純物準位を描き、伝導機構について説明できる。	4	前3,前5,前7,前8,前9,前10,前11,前12,前13,前14,前15

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	40	0	0	0	0	0	40
専門的能力	60	0	0	0	0	0	60
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0