

2022年度 授業シラバスの詳細内容

○基本情報			
科目名	電子物性基礎（Quantum Mechanics、Statistical Mechanics and Their Application to E.E.）		
ナンバリングコード	J11301	大分類 / 難易度 科目分野	機械電気工学科 専門科目 / 基礎レベル 電子
単位数	2	配当学年 / 開講期	2 年 / 後期
必修・選択区分	必修 ※入学年度及び所属学科コースで異なる場合がありますので、学生便覧で必ず確認してください。		
授業コード	J130151	クラス名	-
担当教員名	伊藤 順治、岡 茂八郎		
履修上の注意、 履修条件	* 授業を受けないと理解が進みません。必ず、出席していただきたい。 * 授業は、概ね教科書に沿って進行させますが、随時、プリント(演習)等で理解を定着させます。 * 高校・大学での数学、化学、物理、および、大学での電磁気学Ⅰを復習しておいてください。 * 遅刻・途中退出、および、授業中の飲食、私語は等現に慎むこと。 * 配布物等は再配布しないので自分で十分管理すること。		
教科書	やさしい電子物性 森北出版(株) 宮入圭一、橋本佳男共著 半導体工学 森北出版(株) 高橋 清、山田陽一 共著		
参考文献及び指定図書	吉田明, インターユニバーシティ電子物性, オーム社 松澤剛雄, 高橋清, 斉藤幸喜, 新版電子物性, 森北出版(株) 西村 信雄 落山 謙三, 電子工学 (新編電気工学講座 (13)), オーム社		
関連科目	微分積分Ⅰ,Ⅱ, 電磁気学Ⅰ, 電気電子材料, 電子回路Ⅰ		

○基本情報		
授業の目的	工学は、我々の身の回りにある木材や紙、有機物、金属やガラスなどの物質の性質を有効に利用することで成り立っている。よって、物質の物理化学的な性質やそのなりたちを知ることは、工学の重要な基礎となる。機械電気工学科DP「知識・理解」に基づき、機械工学や電気電子工学に利用される物質について、原子のレベルから理解するために以下の(1)－(4)をこの授業の目的として実施する。 (1) 原子の構造について式を用いて説明することができる。 (2) 基礎的な量子力学について原理や動作を式を用いて説明することができる。 (3) 金属や半導体の電気的性質をバンド理論等を用いて説明することができる。 (4) 半導体素子について原理や動作を式を用いて説明することができる。	
授業の概要	テレビや洗濯機といった家庭用電気電子機器や大型モータや発電機などの産業用電気機器は、金属、半導体、誘電体、磁性体などの物質からできている回路素子から構成されている。周知のように電子機器は、電気を伝える素子としての金属、コンデンサやフィルタの基本材料としての誘電体、コイルや磁石の基本材料としての磁性体、さらには、シリコンやヒ化ガリウムなどといった固体中の電子の振る舞いを積極的に利用した半導体素子やから成っている。そこで、この科目では、原子構造論やごく基礎的な量子力学をもとにして電子物性を固体中の電子の振る舞いに着目して教授する。さらに、金属中や半導体の電気伝導、半導体、誘電体、磁性体の電気的な性質や応用例について簡単に教授する。また、簡単に、結晶構造や原子結合についても簡単に教授する。	
授業の運営方法	(1) 授業の形式	「講義形式」
	(2) 複数担当の場合の方式	「オムニバス方式」
	(3) アクティブ・ラーニング	「プレゼンテーション」
地域志向科目	該当しない	
実務経験のある教員による授業科目	・実務経験者名:伊藤順治 ・実務経験がある教員が行う教育の内容:半導体素子の基本特性の解説、半導体素子の最新研究内容の解説	

○成績評価の指標		○成績評価基準(合計100点)		
到達目標の観点	到達目標	テスト (期末試験・中間確	提出物 (レポート・作品等)	無形成果 (発表・その他)
【関心・意欲・態度】	電子機器などを構成している物質について興味関心を抱き、新しいものを理解しようとする意欲がある。		20点	10点
【知識・理解】	物質中の電子のふるまいを理解してる。	20点	10点	
【技能・表現・コミュニケーション】	自分だけでなく周囲の人と協力できる。		20点	
【思考・判断・創造】	数式だけでなく、現象の物理的意味を理解している。	20点		

○成績評価の補足(具体的な評価方法および期末試験・レポート等の学習成果・課題のフィードバック方法)	
前半 * 課題(提出物)は、締め切りまでに提出すれば、最高満点(100点)で評価する。また、1週遅れまでは、提出を認めるがその際の最高点は満点の半分(50点)とする。2週以上遅延した課題は受け取らない。 * やむを得ない理由で欠席した場合も含め2/3 以上の出席したものに対して成績を評価する。 後半 演習等の加点方式で評価を行う。出席点も含める 全ての課題、演習を時間内にできた場合配点内で満点とする。 試験等の解答は、授業内で解説、または教員室で適宜、対応します。	

○その他	
* 前半の授業では頻繁に使用するので、関数電卓は必ず持参してください。 * 後半は一人1台のwindowsPCを使い演習形式および発表形式で行う。	

2022年度 授業シラバスの詳細内容

○授業計画	科 目 名 担当教員	電子物性基礎（Quantum Mechanics、Statistical Mechanics） 伊藤 順治、岡 茂八郎	授業コード	J130151
学修内容				
1. 電子のはたらき・原子の発光 今日の電子電気デバイスは、物質中の電子のふるまいをうまく利用して高度な機能を発揮しています。ここでは、電子の発見から、電気電子工学の発展の歴史について解説します。また、原子は光や電界などの刺激を受けて発光しますが、発光の原理や光の粒子性などについて解説します。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	高校時の物理、化学を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
2. 波動関数・シュレーディンガーの波動方程式 電子は、粒子としての性質のほかに波としての性質を併せ持っています。この電子の波動性(ド・ブロイの電子波)を説明する波動関数について解説します。また、波動関数を用いて電子の波がどこにあるかを解析する方法を解説します。また、シュレーディンガーの波動方程式を導出します。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	高校時の物理(力学)、数学(微積)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
3. 電子の軌道、原子の結合と結晶 水素原子の電子に着目して電子の軌道とエネルギーを求める方法を解説します。ここでは、波動関数を位置のみの関数に簡略化して解く方法を導き、その解を求めます。また、原子は結合して分子や結晶を作るがその結合法について解説する。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	物理(力学)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
4. シュレーディンガーの波動方程式② シュレーディンガーの波動方程式を用いて、井戸型ポテンシャル中の電子などの波動関数を求める方法を解説します。また、求めた波動関数の物理的な意味なども解説します。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	物理(力学)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
5. 周期的ポテンシャル・粒子の統計 結晶中の電子は、結晶を構成する原子から周期的な力を受ける。その際の電子のとりえるエネルギーなどについて解説する。さらに、導電体や半導体中などの電子はあらゆる方向にいろいろな速度で移動している。電子が従うフェルミ・ディラック統計や気体分子などが従うマクスウェル・ボルツマン統計などについて解説する。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	物理(電気)、化学(物質の構成、原子の構成など)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
6. 金属の電氣的性質・半導体の導電現象 金属は、価電子が結晶中の金属イオンの中を自由に動けるため、電流をよく流す。ここでは、金属の導電率や電子のエネルギー、特に、フェルミ準位について解説します。また、トランジスタを構成している素子である半導体素子について、導電率や、導電率の温度特性について解説する。特に、自由電子や正孔がかかわる電気伝導について述べ、半導体の性質をエネルギーバンド理論によって説明する。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	化学(化学結合)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
7. 半導体における諸効果・誘電体・磁性体 半導体中のキャリアは磁界や熱、光などによって影響を受ける。このような半導体中での物理量と電流の相互効果は応用上も有益である。本時では、半導体中の磁界と電流の相互効果であるホール効果について解説する。また、工学の重要な素材である誘電体や磁性体についても簡単に解説する。併せて、プリントで理解を定着します。				
予習	数学(確率統計)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。			約2時間
復習	授業中に行った課題と、プリントについて十分復習する。			約2時間
8. 中間試験 「電子物性基礎」の講義前半(1～7)で学んだ知識のまとめとして中間試験を行う。試験時間:90分 教科書および関数電卓:持ち込み可				
予習	前回までの講義内容十分に復習し、それをもとに試験に臨むこと。			約2時間
復習	試験問題について十分復習する。			約2時間

○授業計画	科 目 名	電子物性基礎（Quantum Mechanics、Statistical Mechanics）		授業コード	J130151
	担当教員	伊藤 順治、岡 茂八郎			
学修内容					
9. 半導体キャリア密度演習①					
前半で習ったフェルミディラック関数と状態密度関数を用いてキャリア密度の計算をエクセルを用いて実際に計算、グラフ化させます。					
予習	フェルミディラック分布 エクセルのグラフの書き方				約2時間
復習	エクセルファイルの提出				約2時間
10. 半導体キャリア密度演習②					
真性半導体のキャリア密度、不純物半導体のキャリア密度について解説し、実際にエクセルを使い計算させます。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	エクセルファイルの提出				約2時間
11. PNジャンクション①					
PNジャンクションについて解説し、実際に①バンド図、②空乏層幅のバイアス電源依存性、③接合容量、④I-V特性を描いてもらいます。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	エクセルファイルの提出				約2時間
12. PNジャンクション②					
PNジャンクションについて解説し、実際に①バンド図、②空乏層幅のバイアス電源依存性、③接合容量、④I-V特性を描いてもらいます。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	エクセルファイルの提出				約2時間
13. BJT					
BJTについての概略について解説した後、参考資料の内容の発表を行ってもらいます。発表を行った人には加点します。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	指定された資料を見ておく				約2時間
14. MOSFET					
MOS接合について解説したした後、ゲートのC-V曲線をエクセルで書いてもらいます。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	エクセルファイルの提出				約2時間
15. イメージセンサ、半導体レーザー					
イメージセンサ・半導体レーザーについて解説します。具体的にはフォトン、フォノン、エレクトロンの相互作用について解説し、最新の研究内容について解説します。講義終了後一週間以内に指定した研究論文についてレポートを提出する。					
予習	指定された資料を見ておく				約2時間
復習	論文の解説レポートを提出すること				約2時間
16. 補講					
補講					
予習					
復習					