

平成 24 年度 シラバス	学年・期間・区分	5 年次 ・ 通年 ・ B 群	
	対象学科・専攻	電気電子工学科	
電気電子材料 I・II (Electrical and Electronic Materials I・II)	担当教員	須田 隆夫 (Suda, Takao)	
	教員室	電気電子工学科棟 3 階 (TEL : 42-9070)	
	E-Mail	suda@kagoshima-ct.ac.jp	
教育形態/単位の種別/単位数	講義 / 学修単位 [講義 I] / 2 単位		
週あたりの学習時間と回数	[授業 (100 分) + 自学自習 (80 分)] × 30 回		
<p>[本科目の目標] 多くの電気・電子材料それぞれについての知識を単に得ることより、むしろ物質の電気的性質（電気伝導、誘電性、磁性など）が発現する機構を、(1) 比較的簡単な電磁気学的モデルから理解すること、さらに、(2) 電子の波動性と物性との結びつきを理解すること、(3) それらの結果と現実の物質の特性との比較により、物質の電気的性質の本質を理解すること、を目標とする。また、身の回りの製品や自然科学現象へ普段から意識を向けること、それらについて資料を検索し調査する能力、調査結果をまとめ、人に伝える能力を発展させることを目指す。</p>			
<p>[本科目の位置付け] 電気・電子工学において電子部品の特性を決定する材料の知識は重要である。本講義においては、既に講義のあった半導体以外の、導電性材料、超伝導体、誘電体、磁性体について、それぞれの材料の基本特性を学習し、実際の製品や応用との関連を理解する。</p>			
<p>[学習上の留意点] 教科書を指定しているが、必要部分のみ使用し、板書、プリントが中心となるので留意する事。原理を理解するには、各種問題を自力で解くことが必要である。講義中に行った例題等については類題を小テストで行うので必ず復習すること。自由研究は、学生各自がテーマを設定し、参考書等を探索して調査結果をまとめるものである。前期末に調査の目標と概要に関するレポートを提出し、後期に調査結果について 3 分程度の発表（ショートプレゼンテーション）と最終的なレポートを提出する。以上は全て評価の対象であること、夏季休暇中に調査を進める必要があることに留意する。</p>			
[授業の内容]			
授 業 項 目	時限数	授業項目に対する達成目標	予習の内容
1. 電気電子材料で学ぶ内容と関連する基礎知識			
1.1 新規電子デバイスと材料開発ならびに自由研究について	2	<input type="checkbox"/> 青色 LED や、磁気抵抗素子など新規デバイスで使われている新材料と講義で学習する知識との関連を理解する。 <input type="checkbox"/> 自由研究の意義、テーマの設定と研究の方向性、調査の手法について理解する	DVD や HDD、青色 LED 等について可能な手段で内容を調べて見る。
1.2 電子と電磁波に関する基礎知識	2	<input type="checkbox"/> 電磁波の波動としての表現、進行波の合成、電磁波のエネルギーについて、また電磁波の粒子としての表現、黒体放射とプランクの量子仮説、アインシュタインの光電子理論の概要、 $E=h\nu$ であることを理解する。 <input type="checkbox"/> ド・ブローイ波の概念を理解し、運動量をもつ電子の波長、波数が計算できる。	電磁気学Ⅲで学習した進行波、電磁波の波長と周波数の関係について復習しておく。
2. 電子の性質と物質の構造			
2.1 原子における電子	4	<input type="checkbox"/> 水素原子の単純なモデルに、ボーアの量子仮説と量子条件を適用して、電子が取り得る離散的なエネルギー状態を導出できる。 <input type="checkbox"/> 主量子数、方位量子数、磁気量子数、スピン量子数の意味、パウリの排他律を理解する。 <input type="checkbox"/> 各量子数と周期表、s p d f 軌道の関係、価電子について理解する。	物理で学習した円運動、電子基礎、電子工学等で学習した水素原子モデルを復習しておく。元素の周期表について復習しておく
2.2 固体における化学結合と電子のバンド構造	2	<input type="checkbox"/> 共有結合、イオン結合、金属結合、分子性結合、水素結合の性質、その結合からなる結晶や物質の名称、電気的な性質を理解する。 <input type="checkbox"/> 化学結合(ボンド)における価電子のエネルギー状態から固体におけるエネルギーバンドの概念を理解し、絶縁体と金属の電気伝導性について、ボンドとバンドそれぞれの観点から説明できる。	教科書の 1.4 化学結合と結晶の項を読んでおく。 半導体工学で学習したエネルギーバンドについて復習しておく。
2.3 結晶構造と物質の性質	4	<input type="checkbox"/> 結晶構造＝空間格子＋単位構造であること、ブラベー格子、代表的な結晶構造について理解する。 <input type="checkbox"/> 最密充填と原子充填率について理解する。 <input type="checkbox"/> ミラー指数、X線回折法、ブラッグの条件について理解し、面指数から面間隔を計算できる。	教科書 1.5 結晶構造の項を読んでおく。 授業で学習した結晶構造について復習しておく。
— 前期中間試験 —		授業項目 1.1～2.3 について達成度を評価する。	
		>>> 次頁へつづく >>>	

[授業の内容]			
授 業 項 目	時限数	授業項目に対する達成目標	予習の内容
		>>> 前頁からのつづき >>>	
* 自由研究課題テーマ提出		自由研究課題のテーマ、調査内容の要旨を提出する。	講義の当初に説明の通り。
3. 金属における伝導			
3.1 粒子の性質と統計関数	2	<input type="checkbox"/> Maxwell-Boltzmann統計、Fermi-Dirac統計、Bose-Einstein統計の性質とそれぞれに従う粒子について理解する	教科書 第2章 2.1を読んでおく。
3.2 金属中の自由電子	4	<input type="checkbox"/> エネルギーバンドとフェルミレベル、フェルミエネルギー、仕事関数の関係を理解する。 <input type="checkbox"/> 運動量(波数)－エネルギーによるバンドの表現を理解する。 <input type="checkbox"/> 運動量空間におけるフェルミ面とフェルミ速度、熱速度、電気伝導における平均速度の関係を理解する。 <input type="checkbox"/> 電子の波動性よりフェルミエネルギーと状態数の関係、状態密度を計算できる。	1.2で学習したド・ブローイの物質波の概念、波数の意味を理解しておく。
3.3 電気伝導	2	<input type="checkbox"/> 1粒子モデル、緩和時間近似モデルより電気伝導度の式の導出ができる。 <input type="checkbox"/> 衝突確率による統計的モデルより緩和時間と衝突時間が一致する事を理解する。	電磁気学Ⅱ、半導体工学等で学習した導電率、移動度の関係について復習しておく。
3.4 金属の固有抵抗と各種抵抗材料	4	<input type="checkbox"/> 電気抵抗の原因はポテンシャルの周期性の乱れであること、主要因は格子振動であり、温度により増大すること、Matthiessenの法則が成り立つことを理解する。 <input type="checkbox"/> 抵抗温度係数、導線材料の規格、抵抗用合金の種類について理解する。	前回の授業内容を良く理解しておく。
3.5 ジュール熱と金属の熱伝導	2	<input type="checkbox"/> 1粒子モデルによるジュール熱の導出が出来ること。 <input type="checkbox"/> 一般的なモデルによる比熱と熱伝導度の関係を理解する。 <input type="checkbox"/> 電子比熱の意味を理解し、格子振動と電子による熱伝導があり、電子による伝導が支配的である理由と、Wiedemann-Franzの法則を理解する。	3.3電気伝導のモデルの意味、損失(電源の仕事)の意味を復習しておく。
— 前期末試験 —		授業項目3.1～3.5について達成度を確認する。	
試験答案の返却・解説	2	試験において誤った部分を理解する。	
4. 超伝導			
4.1 超伝導現象の概要	2	<input type="checkbox"/> 抵抗消失、完全反磁性(マイスナー効果)を理解する。 <input type="checkbox"/> 温度、磁界と超伝導領域、臨界温度、臨界磁界について理解する。	電磁気学Ⅲで学習した物質の磁化、磁化率について復習しておく。
4.2 第2種超伝導	4	<input type="checkbox"/> 第1種、第2種超伝導の違い、渦糸構造、磁束の量子化、コヒーレンス長、超伝導体内への磁界の侵入長について理解する。 <input type="checkbox"/> 侵入長とコヒーレンス長の比と第1種、第2種超伝導の関係について理解し、コヒーレンス長から上部臨界磁界を計算できる。 <input type="checkbox"/> 2流体モデルとロンドン方程式について理解する。	前回の授業内容を良く理解しておく。
4.3 BSC理論の概要	2	<input type="checkbox"/> クーパーペアの形成と Bose 凝縮の概要について理解する。	3.2で学習した金属中の自由電子の k 空間でのフェルミ面とフェルミ速度、バンド図との関係等を復習しておく。
4.4 超伝導応用技術	2	<input type="checkbox"/> 超伝導ギャップとトンネル効果、ジョセフソン接合について理解する。 <input type="checkbox"/> 超伝導マグネット、磁気浮上、ジョセフソン素子、SQUID等の概要を理解する。 <input type="checkbox"/> 磁束の流動とピン止めの重要性を理解する。	
		>>> 次頁へつづく >>>	

[授業の内容]			
授 業 項 目	時限数	授業項目に対する達成目標	予習の内容
>>> 前頁からのつづき >>>			
5. 誘電体 5.1 静電界における分極と誘電率 — 後期中間試験 —	4	<input type="checkbox"/> 電気双極子モーメントと分極の関係、非線形性、異方性について理解する。 <input type="checkbox"/> ローレンツの内部電界(局所電界)理論を理解する。 Clausius-Mossottiの式を導出できる。 授業項目4.1～5.1について達成度を確認する。	電磁気学Ⅱにおいて学習した誘電体の項を復習しておく。
* 自由課研究のショートプレゼンテーション	2	<input type="checkbox"/> 2,3分で調査内容の要旨を伝える資料づくりと発表ができる。	発表用スライドの準備
5.2 誘電分極の機構	2	<input type="checkbox"/> 電磁気学的モデルにより電子分極率を導出できる。 <input type="checkbox"/> 配向分極を持つ物質を知り、統計熱力学モデルからランジュバン関数が導出されることを理解する。 <input type="checkbox"/> イオン分極、界面分極を定性的に理解する。	電磁気学Ⅰにおいて学習したガウスの法則による電界の計算を復習しておく。
5.2 交流電界における誘電体	4	<input type="checkbox"/> 分極の発生に遅れがある場合、複素比誘電率で表わされることを理解する。 <input type="checkbox"/> 電子分極、イオン分極、配向分極それぞれの周波数依存性(共鳴型モデル、緩和型モデル)と、追従できる周波数の上限が異なることを理解する。 <input type="checkbox"/> 誘電体損を理解し、誘電正接が与えられた誘電体のコンデンサの等価回路を求めることができる。	交流回路理論における複素標記の意味、電力の定義、有効電力の計算法等について復習しておく。
5.3 強誘電体	2	<input type="checkbox"/> 強誘電体のED特性、自発分極の発生、誘電体の磁区構造について理解する。 <input type="checkbox"/> キュリー温度とキュリーワイスの法則について理解する。 <input type="checkbox"/> 代表的な強誘電体の性質と応用例について理解する。	圧電材料や非線形光学材料について、可能な範囲で調べておく。
6. 物質の磁性 6.1 磁性の種類とその原因	2	<input type="checkbox"/> 反磁性、常磁性、強磁性、反強磁性、フェリ磁性の特徴と代表的な物質を理解する。 <input type="checkbox"/> ボーア磁子、電子スピン、核磁子、フントの規則による原子の磁気モーメントの決定を理解する。 <input type="checkbox"/> 古典モデルによる反磁性、ランジュバンの常磁性を理解する。	電磁気学Ⅲで学習した物質の磁化M、磁化率 χ 、比透磁率等の関係について復習しておく。
6.2 強磁性体の性質	1	<input type="checkbox"/> 磁区と磁壁、磁壁の移動と磁化曲線との関係、残留磁束密度、保持力を理解する。 <input type="checkbox"/> 交換相互作用の意味を理解する。 <input type="checkbox"/> キュリー温度と強磁性の消失について理解する。	電磁気学Ⅲで学習した強磁性体の性質について復習しておく。
6.3 磁性体の応用 — 後期期末試験 —	1	<input type="checkbox"/> 軟磁性、硬磁性材料とその応用、磁気記録の原理について理解する。	
試験答案の返却・解説	2	試験において誤った部分を理解する。	
[教科書] 酒井善雄著「電気物性学」(森北出版) [参考書・補助教材] 川辺・平木・岩見著「基礎電子物性工学」(コロナ社), 阿部龍藏著「電気伝導」(培風館) 一ノ瀬昇著「電気電子機能材料」(オーム社), 浜口智尋著「電子物性入門」(丸善)			
[成績評価の基準] 中間・期末試験(50%) + 小テスト(20%) + 課題レポート(10%) + 自由研究レポート(20%) 小テストは合計8回程度を、課題レポートは3課題程度を予定している。			
[本科(準学士課程)の学習・教育目標との関連] 3-c [教育プログラムの学習・教育目標との関連] 3-3 [JABEEとの関連] (d)(1)③			

Memo