

Syllabus Id	syl.-052059
Subject Id	sub-0523355
作成年月日	041228
授業科目名	電子材料 (Electronic Materials)
担当教員名	遠山 和之
対象クラス	電子制御工学科5年生
単位数	2高専単位
必修/選択	必修
開講時期	通年
授業区分	基礎・専門工学系
授業形態	講義
実施場所	電子制御工学科棟2F D5HR

授業の概要(本教科の工学的、社会的あるいは産業的意味)

最近の物性に関する研究の発展には目を見張るものがある。また、CPUの高速化や多種多様なメモリの登場、光技術の発展等も著しい。短時間における科学技術の発展は人類の歴史始まって以来のことであろうと思われる。これらの科学技術の発展の原動力あるいは基礎となっているのが物性理論および実験である。物性、すなわち物質の性質は原子核のまわりの電子の配置によって説明できる。これまでの物性研究は主としてこれら電子の状態に関するものである。この講義でも電子物性に関する事項について扱う。物質中の電子の状態はシュレーディンガー方程式によって支配されている。したがって、電子物性を理解するためには、このシュレーディンガー方程式を理解するのが基礎である。第1章において、この方程式について扱う。ここでは、量子力学的な電子に対する描像と古典物理学における電子に対する概念の違いを述べる。また半導体およびデバイスを重点的に扱う。さらに、物性全般的な立場から、結晶の性質、熱的性質、誘電的性質について扱う。

準備学習(この授業を受講するときに前提となる知識)

Keywordsで記述すると、運動の法則、運動量保存則、エネルギー保存則、ベクトルとスカラー、微分と積分、偏微分、微分方程式、微分演算子、行列式、級数、波長、周期、振動数、三角関数、指数関数、対数関数、光の反射と屈折、光の干渉、光の回折、ブラッグの反射条件、クーロンの法則、元素の周期律表と原子量、イオン、SI単位系、ギリシャ文字etc.

学習・教育目標	Weight	目標	
		A	工学倫理の自覚と多面的考察力の養成
		B	社会要請に応えられる工学基礎学力の養成
		C	工学専門知識の創造的活用能力の養成
		D	国際的な受信・発信能力の養成
		E	産業現場における実務への対応能力と、自覚的に自己研鑽を継続できる能力の養成
C:工学的な解析・分析力、及びそれらを創造的に統合する能力			

学習・教育目標の達成度検査

1. 該当する学習・教育目標についての達成度検査を、年度末の目標達成度試験を持って行う。
2. プログラム教科目の修得と、目標達成度試験の合格を持って当該する学習・教育目標の達成とする。
3. 目標達成度試験の実施要領は別に定める。

授業目標

1. シュレーディンガー方程式を理解し、例えば、一次元の井戸形ポテンシャル等の簡単な問題について、電子波のとらうるエネルギーが離散的な値になることを説明することができる。
2. 粒子間の結合力の5つの分類を列挙し、それぞれの結合力について具体例を挙げながら説明することができる。
3. 基本的な結晶構造の最近接粒子間距離、配位数、充てん密度、単位胞中の粒子数を求めることができる。
4. 「孤立した原子」と「結晶」のポテンシャル(エネルギー準位)の違いを概念的に説明することができる。
5. 金属・半導体・絶縁体の区別をエネルギー帯構造から説明することができる。

授業計画(プログラム授業は原則としてプログラム教員が自由に参観ですが、参観欄に×印がある回は参観できません。)

回	メインテーマ	サブテーマ	参観
---	--------	-------	----

第1回	前期オリエンテーション	プログラムの学習・教育目標、授業概要・目標、スケジュール、評価方法と基準、等の説明	
第2回	第1章 シュレーディンガー方程式とその解	粒子性と波動性・シュレーディンガー方程式の導出	
第3回		水素原子のまわりの電子の状態1	
第4回		水素原子のまわりの電子の状態2	
第5回		原子核周りの電子配置、調和振動子	
第6回		井戸型ポテンシャル、その他のポテンシャルの例	
第7回		演習問題	
第8回	前期中間試験		×
第9回	第2章 結晶の構造	固体の結合力(イオン結合、共有結合、金属結合、水素結合、ファンデルワールス結合)	
第10回		理想結晶の構造(空間格子、単位胞、結晶基、原子座標、ブラベ格子、ミラー指数)	
第11回		結晶構造の実例(NaCl、CsCl、ダイヤモンド構造、閃亜鉛鉱形構造、体心立方構造他)	
第12回		結晶の不完全性(点欠陥、不純物の影響、線欠陥、転位、面欠陥)	
第13回	第3章 格子振動と格子比熱	格子振動(固体中の音波、一次元単原子格子の振動、周期的境界条件)	
第14回		格子振動(2種類の原子よりなる一次元格子の振動、光学モードと音響モード)	
第15回	前期期末試験		×
第16回	後期オリエンテーション第3章 格子振動と格子比熱	プログラムの学習・教育目標、授業概要・目標、スケジュール、評価方法と基準、等の説明、固体の比熱(金属と絶縁体の比熱、デュロン・プティの法則、古典統計力学によるモデル)	
第17回	第3章 格子振動と格子比熱	固体の比熱(アインシュタインの格子比熱モデル)	
第18回		固体の比熱(デバイの格子比熱理論)	
第19回	第4章 固体のエネルギー帯理論	金属の自由電子モデル(Sommerfeldの自由電子論、一次元の箱に閉じ込められた自由電子の状態)	
第20回		金属の自由電子モデル(エネルギーと波数の関係、状態密度とエネルギーの関係)、プロッホの定理	
第21回		エネルギー帯理論(クローニッヒ・ペニーのモデルにおけるエネルギー帯の形成)	
第22回		エネルギー帯理論(ブリルアン帯域)、位相速度と群速度	
第23回		結晶内の電子の運動(電子の動き、速度、有効質量の関係)	
第24回		結晶中を流れる電流(電子電流、正孔電流、超格子)	
第25回		金属、半導体、絶縁体の区別、不純物原子による準位	
第26回	第5章 固体内のキャリア密度	マクスウェル・ボルツマン分布則、フェルミ・ディラック分布則	
第27回		金属の電子密度分布とフェルミ準位	
第28回		真性半導体のキャリア密度	
第29回		不純物半導体のキャリア密度	
第30回	後期末試験		×

課題

前期に行う2回の定期試験(100点満点)で授業目標をマスターしていない学生および合格点に達していない学生を対象に追試験を実施するか課題を出す。

評価方法と基準

評価方法:

3回実施する定期試験(各100点満点)において上記の授業目標に掲げた5つの事柄について習得しているかどうかの設問を出題する。定期試験において、授業目標に該当する内容の理解が6割以下だった場合、もしくは、各定期試験の得点が60点未満だった場合、再試験もしくは課題を与え、その事項についてマスターさせる。授業目標に関連する設問をマスターし、試験の成績が評価基準で60点を超えた場合に合格とする。

3回実施する定期試験の前後にノート検査を実施する。評価は、A～Eで行い、評価結果はノートに記載する。単に板書の写しただけのノートの場合、C評価とする。見易く丁寧に書かれていれば、一段階高い評価(例えば、C評価 B評価)となる。逆に雑な場合は、一段階下げる(例えば、C評価 D評価)。授業中に述べた内容を整理したり、復習のあとがあれば、一段階高い評価となる。

欠席減点は、原則として、欠席1回につき、1点減点とする。遅刻の場合は、3回遅刻で1回の欠席と同等に扱う。最大30点まで減点する。

評価基準:

前期試験50%、後期試験30%、授業態度(ノート検査等)20%、欠席減点(最大30%)

前期中間試験(100点)*0.25+前期末試験(100点)*0.25+学年末試験(100点)*0.3+ノート(最大20点)-欠席減点(最大30点)

教科書等	電気学会大学講座「電子物性基礎」 大場 勇治郎 他 執筆、電気学会
先修科目	
関連サイトのURL	http://www2.denshi.numazu-ct.ac.jp/tohyama/
授業アンケートへの対応	
備考	1.試験や課題レポート等は、JABEE、大学評価・学位授与機構、文部科学省の教育実施検査に使用することがあります。 2.授業参観されるプログラム教員は当該授業が行われる少なくとも1週間前に教科目担当教員へ連絡してください。