

(科目コード : 8307120174EE)

【改訂】第15版(2017-03-23)

【科目】電子物性工学

【科目分類】専門科目 【選択・必修の別】必修

【学期・単位数】通年・2単位

【対象学科・専攻】電子メディア 4年

【担当教員】前期:佐藤 真一郎,小野田 忍,牧野 高紘

後期:平井 里香

【授業目標】

半導体とは何かをエネルギーバンドの観点から説明できる。

キャリアの輸送現象やpn接合を定性的に説明できる。

バイポーラトランジスタの仕組みと動作について、半導体物性工学の観点から説明できる。

MOSFET の仕組みと動作について、半導体物性工学の観点から説明できる。

原子の成り立ちを電子の軌道の観点から説明できる。

物質・分子の形成にかかわる結合力の種類と起源を説明できる。

化学反応速度を分子の衝突の観点から説明できる。

反応速度論の立場から化学反応の平衡状態を説明できる。

【教育方針・授業概要】

電子メディア工学の立場に立ち、半導体物性工学と化学を学ぶ。

電子デバイスを総合的に理解するには、仮想物でない具体的物質の性質を意識する必要がある。その観点より、物質科学としての化学も学習する。

前期は、半導体物性工学を学ぶ。まず、物質がどのような条件を満たしたとき半導体と呼ばれることになるかを整理し、絶縁体および金属との関係を把握する。次に、半導体デバイス動作に際した根幹現象であるキャリア輸送について学び、pn接合の働きをエネルギーバンドの観点から理解する。中間試験後は、それまでに得た半導体の動作への理解を元にして、バイポーラトランジスタおよびMOSFETの仕組みと動作を学ぶ。

後期は、化学の基礎を学ぶ。1年次の化学の復習から始め、量子論に基礎をおいた電子の分布から原子の構造を理解する。次に、電子の軌道と分子の構造との関係について学習する。金属原子の場合に期待される結合様式も意識する。中間試験後は、微視的な観点から反応速度を学び、速度論の考察が反応のしくみに深く関わることを理解する。その後、速度論に基づく反応の平衡状態をもとに、化学平衡の具体的事例を学ぶ。また、熱力学的に化学平衡が説明されることに触れる。

【教科書・教材・参考書等】

教科書:理系のための基礎化学:増田芳男,澤田清:化学同人 :978-4759810554

参考書:半導体デバイス 基礎理論とプロセス技術:南日康夫 ほか:産業図書:978-4782855508

【メッセージ】

半導体デバイスは世の中で様々な用途に使用されており、私たちの生活に不可欠な存在となっています。しかし、半導体デバイスが半導体という物質材料から構成され、その半導体がどのような物性を有するかは人々にあまり知られていません。半導体デバイスをブラックボックスでなく理解して使えるようになってもらうため、半導体の物性や、それに立脚した半導体デバイスの動作原理解説をできればと考えます。

半導体デバイスについてブラックボックスでない理解を目指す立場から考えれば、原子や分子の成り立ちを把握することも不可欠です。その観点から、本科目ではひととおり半導体デバイスを学んだあとに化学を学びます。化学を学ぶ意義は、単に半導体デバイスの動作を知るためだけにとどまりません。電子デバイスは、様々な手法の測定原理の発見や計測機器に活用されており、化学探求の現場でも積極的に生かされているからです。その進歩は、簡単には知り得ない、いろいろな物質の構造や性質を明らかとし、化学の分野はもちろん、社会全体の発展に寄与してきました。基礎分野と応用分野は、相互に密接に関連しながら進歩しています。量子論に基礎をおいた原子や分子の構造の理解や、原子の組換えがどのように起こりどの程度まで進むかの基礎的な考え方は、電子メディア工学ともさまざまな面で密接な関連をもつものとして捉えてください。基礎分野、応用分野、どちらも同じように勉強しましょう。

【事前に行う準備学習】

電子物性工学は仮想物でない具体的物質についての性質を意識して初めて理解できる。工学における素養を涵養するためにも、4年前期に共通科目として開設される化学を聴講しておくべきである。また、それに引き続いて後期に開設される物質科学総論についても聴講をすべきである。本授業の理解度を上げるには、それらの科目群に対する高度な自覚が求められる。

【成績評価方法】

[前期]中間試験:20%,期末試験:20%,レポート:10%,レポートには、小テストも含む。

[後期]中間試験:20%,期末試験:20%,レポート:10%,レポートには、小テストも含む。

【達成目標】

	達成目標	割合	評価方法
1	エネルギーバンド描像にもとづき、金属・半導体・絶縁体の違いを説明できる。	15 %	レポートおよび定期試験で評価する。
2	キャリアの輸送現象およびpn接合とは何かを定性的に説明できる。	10 %	レポートおよび定期試験で評価する。
3	バイポーラトランジスタおよび MOSFET の仕組みと動作について、半導体物性工学の観点から説明できる。	25 %	レポートおよび定期試験で評価する。
4	原子の成り立ちを電子軌道の観点から説明でき、物質・分子の形成にかかわる結合力の種類と起源を説明できる。	25 %	レポートおよび定期試験で評価する。
5	化学反応速度を分子の衝突の観点から説明でき、その理解に基づいて化学反応の平衡状態を説明できる。	25 %	レポートおよび定期試験で評価する。

【本校の学習・教育目標】

(B-2) 基礎工学科目の学習を通して、工学の基本を身に付ける

(C) 技術的問題解決のための専門分野の基本的知識を身に付ける

各学科における専門科目を学習することにより、技術的課題を理解し対応できる

【授業計画】（電子物性工学）

回数	授業の主題	内容	レポート	宿題
1回	半導体とは（1）	半導体材料の例 結晶構造 エネルギーバンド		
2回	半導体とは（2）	状態密度 真性半導体 真性キャリア濃度		
3回	半導体とは（3）	外因性半導体 ドナーとアクセプタ	レポート	
4回	キャリアの輸送（1）	キャリアドリフト キャリア拡散 比抵抗 キャリア濃度		
5回	キャリアの輸送（2）	キャリア生成・再結合 連続の式 熱電子放出	レポート	
6回	pn 接合	熱平衡状態 空乏領域		
7回	pn 接合	電流 電圧特性	レポート	
8回	中間試験	「半導体」および「キャリアの輸送」および 「pn 接合」に関する試験		
9回	バイポーラトランジスタ（1）	トランジスタ作用		
10回	バイポーラトランジスタ（2）	電流利得		
11回	バイポーラトランジスタ（3）	理想トランジスタ電流の静特性		
12回	バイポーラトランジスタ（4）	動作モード	レポート	
13回	MOSFET（1）	MOS とは FET とは MOS キャパシタ		
14回	MOSFET（2）	オーミック接触		
15回	MOSFET（3）	MOSFET の基本特性	レポート	
	期末試験	「バイポーラトランジスタ」および「MOSFET」に 関する試験		
16回 - 18回	原子の構造	原子の構造 軌道と電子配置 周期表と元素の分類 イオン化エネルギーと電子親和力	レポート	
19回 - 20回	分子の形成	共有結合 分子の形と軌道の混成 電子対反発則 電気陰性度と結合のイオン結合性	レポート	
21回 - 22回	分子間相互作用	配位結合 金属結合 イオン結合	レポート	
23回	中間試験	「原子の構造」および「分子の形成」および 「化学結合」に関する試験		
24回 - 27回	反応速度	化学反応の分類と積分法 反応が起こるメカニズム アレニウスの式 触媒反応	レポート	
28回 - 30回	化学平衡	化学平衡の法則 水の解離平衡 酸塩基平衡 溶解度積	レポート	
	期末試験	「反応速度」および「化学平衡」に関する試験		