

(科目コード : 8808820006AP)

【改訂】第7版(2018-03-29)

【科目】電子物性特論

【科目分類】 専門科目 【選択・必修の別】 選択 【学期・単位数】 後期・2単位

【対象学科・専攻】 生産システム 1年

【担当教員】 五十嵐 睦夫

### 【授業目標】

ミクロの世界を記述するには、量子力学が必要であると認識することができる。  
箱型ポテンシャルについて、存在し得るエネルギー状態を算出することができる。  
電子集団を空間に閉じ込めた場合の最高エネルギーを見積もるための原理を知ることができる。  
電子集団が弱い周期的ポテンシャルを感じると、自由なときは状態が違ってくことを理解できる。  
電子デバイスの内部でのキャリア状態について概観を得ることができる。

### 【教育方針・授業概要】

固体電子物性を考えるとき頻繁に遭遇する基本概念を理解することを目標とします。電子物性の舞台として固体を捉え直すことが大切です。固体電子物性の舞台となるのは、規則的に配列した原子集団(結晶)です。まず初めに、金属中の自由電子のエネルギー状態について概観し、電子系の比熱について学びます。そして、半導体のバンド構造に触れた後、電子デバイスの内部でのキャリア状態について概観を得ることも目指します。

本講義の履修は、電子物性特論IIの履修内容につながるものです。

### 【教科書・教材・参考書等】

教科書：物性化学：古川 行夫：講談社：ISBN978-4-06-156804-4

参考書：固体物理(電気伝導・半導体)：作道 恒太郎：裳華房

参考書：固体物理学入門：C. Kittel：丸善

### 【授業形式・視聴覚・機器等の活用】

座学だが、一部に実習を含む。

### 【メッセージ】

電子物性の舞台となるのは固体物質です。物質の中では複層的に物事が絡み合いながら存在しています。今考えている現象がどのくらいのエネルギーを持つ現象であるのかを意識しながら考えるようにしてください。

### 【事前に行う準備学習】

この科目の理解のためには、化学・統計力学・量子力学・電磁気学等の基本的な知識が必要となります。種々の機会を捉えて学習をしておいてください。

### 【成績評価方法】

[後期]期末試験：80%、レポート：20%

### 【達成目標】

	達成目標	割合	評価方法
1	ごく基本的な量子力学を使い、電子集団の性質を理解する。	20 %	定期試験およびレポート等
2	逆格子の構成原理とその意義を理解する。	30 %	定期試験およびレポート等
3	バンドギャップの起源とメカニズムを理解する。	30 %	定期試験およびレポート等
4	半導体の基本パラメーターの意味を理解する。	20 %	定期試験およびレポート等

### 【本校の学習・教育目標】

- (C) 技術的問題解決のための専門分野の知識を身に付ける  
各専攻分野における専門科目を総合的に学習することにより、技術的課題が解決できる

### 【JABEE評価】

- (d) 該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に応用できる能力(分野別要件)  
工学(複合融合・新領域)分野の分野別基準  
(d-2-a) 専門工学(工学(融合複合・新領域)における専門工学の内容は申請大学が規定するものとする)の知識と能力

【授業計画】（電子物性特論）

回数	授業の主題	内容	レポート	宿題
1回	電子物性の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子物性の概要</li> <li>結晶結合の種類</li> <li>孤立原子の電子軌道とその種類</li> </ul>		
2回～3回	基礎知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>量子力学の概要</li> <li>(a)シュレディンガー方程式</li> <li>(b)波動関数</li> <li>(c)エネルギー期待値</li> <li>(d)摂動論</li> <li>分散関係</li> <li>1次元箱型ポテンシャルの解</li> <li>3次元箱型ポテンシャルの解</li> <li>周期的境界条件</li> <li>フェルミエネルギー</li> <li>自由電子近似</li> </ul>	<p>【レポート1】 箱型ポテンシャルにおけるエネルギー式の導出</p> <p>【レポート2】 自由電子のフェルミエネルギーの導出</p>	
4回	電子集団の性質 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>フェルミ粒子の性質(1)</li> <li>フェルミ波数と粒子数の関係</li> <li>フェルミ粒子の性質(2)</li> <li>フェルミ分布関数</li> <li>状態密度の定義</li> <li>3次元のときの状態密度</li> <li>比熱の定義（定積比熱と定圧比熱）</li> <li>電子比熱</li> </ul>	<p>【レポート3】 電子比熱式の導出【レポート2】</p> <p>自由電子のフェルミエネルギーの導出</p>	
5回～7回	エネルギーバンド	<ul style="list-style-type: none"> <li>バンドギャップ発生の基本メカニズム（自由電子近似におけるバンドギャップの解釈）</li> <li>自由電子近似再説</li> <li>代表的半導体のエネルギーバンド</li> <li>直接遷移と間接遷移</li> <li>摂動論</li> <li>ブロッホの定理</li> <li>強結合近似</li> </ul>	<p>【レポート4】 強結合近似によるバンドギャップの導出</p>	
8回～9回	逆格子とブリルアンゾーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆格子の定義</li> <li>逆格子の意味</li> <li>格子と逆格子の具体例</li> <li>定在波の存在条件</li> <li>ブリルアンゾーンとその意味</li> <li>代表的なブリルアンゾーン形状</li> <li>ブリルアンゾーン模型の製作</li> </ul>	<p>【レポート5】 代表的な逆格子の計算</p> <p>【レポート6】 ブリルアンゾーン模型の製作</p>	
10回	ドナーとアクセプター	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子とホール</li> <li>バンドギャップと不純物準位</li> <li>ドナー準位とアクセプター準位</li> <li>有効質量近似</li> </ul>	<p>【レポート7】 バンド図に対応する有効質量の作図</p>	
11回～13回	キャリア濃度	<ul style="list-style-type: none"> <li>固有半導体のキャリア濃度</li> <li>不純物準位</li> <li>不純物半導体のキャリア濃度</li> <li>半導体材料の基本評価パラメーター</li> <li>電気伝導度の古典論</li> <li>波数空間における電気伝導の扱い</li> <li>移動度</li> <li>ホール効果</li> </ul>	<p>【レポート8】 キャリア濃度の導出</p>	
14回	pn接合	<ul style="list-style-type: none"> <li>pn接合におけるキャリア分布</li> <li>空乏層</li> <li>電位障壁</li> </ul>	<p>【レポート9】 空乏層厚さと電位障壁の関係</p>	
15回	ダイオード	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダイオードのIV特性</li> <li>降伏効果</li> </ul>	<p>【レポート10】 講義ノートまとめ</p>	