

電気通信大学 平成20年度シラバス

授業科目名	表面物性工学特論		
英文授業科目名	Selected Topics in Thin Film Phenomena		
開講年度	2008年度	開講年次	
開講学期	後学期	開講コース・課程	博士前期課程
授業の方法	講義	単位数	2
科目区分	電気通信学研究科-量子・物質工学専攻-専門科目		
開講学科・専攻	量子・物質工学専攻		
担当教官名	島田 宏		
居室	東6-408		

公開E-Mail	授業関連Webページ
shimada@pc.uec.ac.jp	

【主題および達成目標】
<p>たとえば半導体C-MOSトランジスタのゲート長が10nm領域に入っていることに代表されるように、薄膜技術の進歩により非常に微細な固体の物理系が実現され、そこでの物理現象を理解することが重要になってきている。そこで、半導体や金属薄膜、それを加工した微細系、またその界面などでの、電気伝導現象を中心とした電子物性を学ぶ。メソスコピック伝導や量子ホール効果などについて、基礎的な概念の理解を目標にする。</p>

【前もって履修しておくべき科目】
学部レベルの量子力学、統計熱力学、物性物理学

【前もって履修しておくことが望ましい科目】
学部レベルの固体量子工学

【教科書等】
<p>参考図書：「電気伝導」（阿部龍蔵著、培風館）、 「メソスコピック系」（勝本信吾著、朝倉書店）、 Electron Transport in Mesoscopic Systems (S. Datta, Cambridge Univ. Press)</p>

【授業内容とその進め方】

授業は集中講義で行う。

博士前期課程の学生が対象であるため、まず、固体中の電気伝導に関する基本的な考え方や概念について一通り学ぶ。その上で、現在盛んに研究・開発がなされている固体表面・界面や微細系での電気伝導の特徴をケース・スタディを通して学んでいく。

内容は、次の3部からなる：

- I バルク固体中の電気伝導（9時限分）
- II 微細系の作製（1時限分）
- III 低次元・微細系における電気伝導（5時限分）

第I部の内容

- 1．現象論
 - 固体の抵抗率、様々な物質の抵抗率、電気伝導度
- 2．Drudeモデルと緩和時間
 - (1)緩和時間
 - 緩和時間と電気伝導度との関係、易動度
 - (2)磁気伝導度とホール効果
- 3．気体分子運動論とBoltzmann方程式
 - (1)Maxwellの速度分布則
 - (2)平均自由行程と衝突時間
 - (3)位相空間における分布関数とBoltzmann方程式
 - 緩和時間近似、電気伝導度の導出
- 4．金属の自由電子モデル
 - (1)理想Fermi気体
 - (2)Fermi分布と電気伝導
- 5．固体電子のバンド構造
 - (1)1次元周期ポテンシャル中の電子状態
 - (2)無格子バンド
 - (3)典型的な半導体のバンド構造
- 6．電場中の固体電子の運動
- 7．簡単な金属の電気伝導
 - (1)格子振動
 - (2)量子化とフォノン
 - (3)電子・フォノン相互作用
 - (4)不純物ポテンシャルとの相互作用
 - (5)電子の衝突過程と散乱頻度

第II部の内容

- 1．エレクトロニクス小史
- 2．ムーアの法則
- 3．微細加工技術

4. 低次元系・微細系での電気伝導の重要性

第III部の内容

1. 試料寸法と伝導様式
2. 半導体界面の2次元電子系
-- 2次元電子系、HEMT、Schottkyゲート
3. 弾道的伝導
-- 量子ポイントコンタクト、Landauer公式
4. 1次元系の電子波干渉効果
-- 2重障壁をもつ1次元電子系、AB効果
5. 微小領域に閉じこめられた電子系での帯電効果
-- 量子ドット、単一電子トランジスタ、人工原子
6. 量子ホール効果

【成績評価方法及び評価基準(最低達成基準を含む)】

レポートにより下記の項目を評価

1. 固体の電気伝導に関連した諸概念の理解。また、その具体的な適応能力。
2. 微細系における電気伝導の特徴の理解と、具体的なケースについて自ら考える能力。第1項目の達成が、合格基準。

【オフィスアワー：授業相談】

随時。ただし、メールなどであらかじめ連絡すること

【学生へのメッセージ】

【その他】