

## マテリアル工学実験 - 材料科学の実践的教育 - (1)

マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コース 宇都宮 裕, 荒木 秀樹

**対象** 応用理工学科マテリアル科学コース 3年 **担当** マテリアル科学コース 全教職員

**目的** 材料の製造・加工プロセスならびに物性およびその評価に関する実験を体験させることにより、材料工学に関わる現象の理解を深めさせ、基礎的な実験技術や解析法を習得させる。

### 実施種目

- 1 平衡状態図と熱力学、凝固現象 (1.1 平衡状態図と凝固現象 1.2 熱力学量の測定)
- 2 電気化学と表面 (2.1 金属材料の電気化学的特性評価 2.2 金属と半導体の水溶液電気化学)
- 3 セラミックス (3.1 セラミックス粉末の焼結 3.2 セラミックスの電気的・光学的性質)
- 4 材料の精製 (4.1 硫化物からの銅の酸化製錬 4.2 Cu 電極の作製 4.3 Cu の電解製錬 4.4 金属の酸化速度)
- 5 相変態と力学物性の基礎と力学特性 (5.1 材料強度と組織 5.2 鋼の熱処理による組織と機械的性質の変化)
- 6 固体物性測定 (6.1 MnO の帯磁率の温度依存性 6.2 磁性材料と磁化過程)
- 7 結晶学と回折現象 (7.1 結晶と回折 7.2 X 線回折 7.3 電子回折)
- 8 先端材料の基礎物性 (8.1 力学物性の応用 8.2 固体物性の応用 8.3 相変態の応用)

### 鋼の熱処理実験 (2 週)

**内容** 10mm 角の炭素鋼(S15C,S45C,...)を、900 で均質化処理した後、以下の熱処理を行う。

- (1) 空冷のみ, (2) 水冷 (焼入れ) のみ, (3-6) 水冷後(150 /600 )で(5 分/30 分)焼戻し  
そして熱処理後の材料のシャルピー衝撃値とロックウェル硬さを測定する。

### 学習項目

- 平衡状態図、連続冷却曲線の読み方
- マルテンサイト変態の機構と特徴
- 焼入れ、焼戻しのメカニズムと工業的な応用
- シャルピー衝撃値と硬さの物理的な意味

### 教育上の工夫

- ・学生が実際に目で見、実体験できるよう工夫。焼入れ、シャルピー衝撃試験、硬さ試験。
- ・1 班は 6 名からなり、学生 1 名ずつに 1 本の材料を与え、めいめいに異なる熱処理を命じ、さらに自らが熱処理した材料のシャルピー衝撃値と硬さを測定させる。
- ・測定に先立ち、衝撃値・硬さの順番の予想を立てさせ、その理由を述べさせる。
- ・次に他の熱処理を行った同じ班の他の学生と、得られた特性値を比較・議論させることで、熱処理 (焼入れ、焼戻し) の工業的な意味を考察・理解する。
- ・班ごとに異なる材料(S15C,S45C,...)が割り当てられており、さらに班を超えて得られた実験データを比較・議論させることで、材料による焼入れ性の違いを考察させ、マルテンサイト変態の理解を深めさせる。
- ・教育内容を絞るため、この実験種目では組織観察や X 線回折は行わず、写真とデータを配布して、考察させる。

### マテリアル工学実験全体の現在の課題と改善の私案

- ・ 1 通年科目(マテリアル工学実験)から 2 つの半期科目(材料科学実験、創成工学演習)へ
- ・ プレゼンテーション能力の向上 TA もディスカッションに参加
- ・ 材料データベース (熱力学・拡散・強度) を利用した比較検討
- ・ レポート添削と一部の英文化

# マテリアル工学実験 - 材料科学の実践的教育 - (2)

マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コース 荒木 秀樹, 宇都宮 裕

## 電気伝導特性の測定 (2週)

### 目的

マテリアル工学実験は材料科学の様々な項目を少人数制の実習を通じて習得する科目である。本項目では金属Cuと半導体Geなどの電気伝導特性の測定を行い、それらの温度依存性の相違を、それまで学習してきた専門科目の知識を活かして、学生間のフリーディスカッションを通じて考察させる。

### 第1日目

実験原理と実験方法を学び、純金属Cu、半導体Ge、形状記憶合金NiTi、超伝導体YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub>の電気抵抗率の温度変化を測定する。

### 第2日目

担当教官の講義を通じて、バンド理論の基礎を理解する。次に、第1日目に得た結果について、学生間でディスカッションを行い、物質の電気特性について理解を深める。

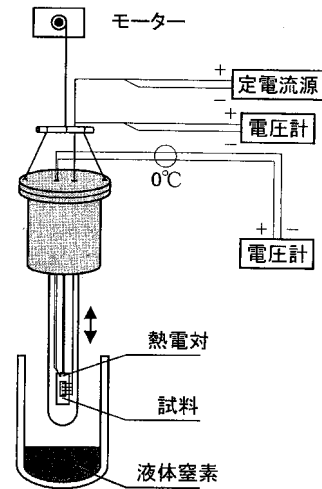


図1 実験装置の概略図

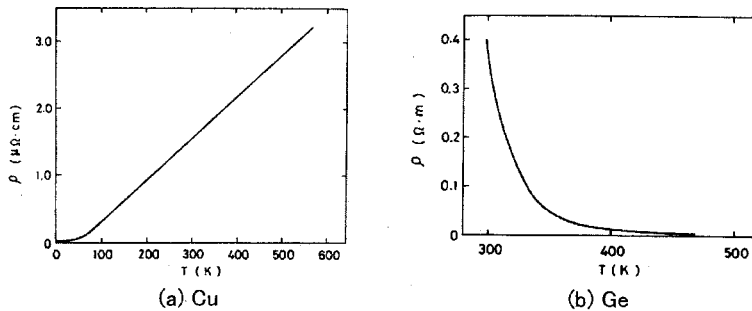


図2 金属Cuと半導体Geの抵抗率の温度変化

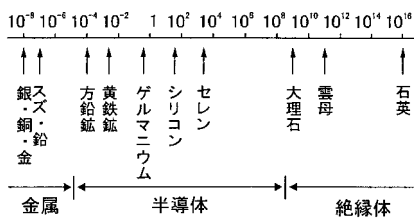


図3 各種物質の抵抗率

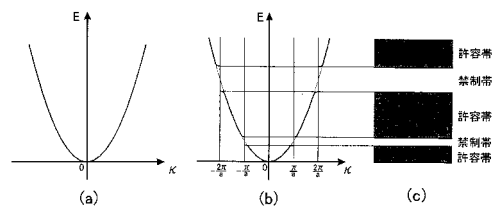


図4 電子のエネルギーと波数の関係

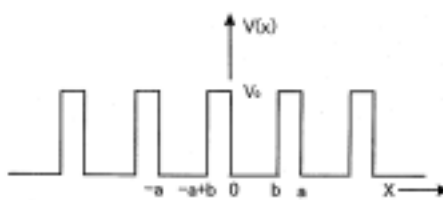


図5 結晶内の周期的ポテンシャル

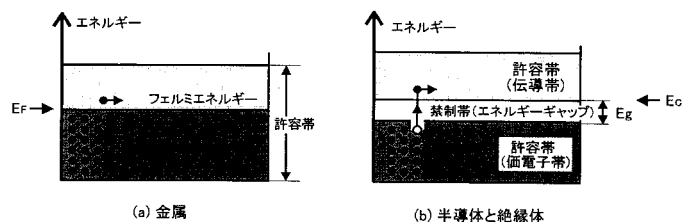


図6 金属・半導体・絶縁体のバンド構造