

|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|--------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|-----|
| 石川工業高等専門学校                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                        | 開講年度     | 平成30年度 (2018年度)      |                                            | 授業科目    | 半導体デバイスⅠ                                      |     |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 科目番号                                                                                                                                                                          | 16550                                                                                                                                                                                                                                  |          |                      | 科目区分                                       | 専門 / 必修 |                                               |     |
| 授業形態                                                                                                                                                                          | 講義                                                                                                                                                                                                                                     |          |                      | 単位の種別と単位数                                  | 履修単位: 1 |                                               |     |
| 開設学科                                                                                                                                                                          | 電気工学科                                                                                                                                                                                                                                  |          |                      | 対象学年                                       | 3       |                                               |     |
| 開設期                                                                                                                                                                           | 後期                                                                                                                                                                                                                                     |          |                      | 週時間数                                       | 2       |                                               |     |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                        | 図説 電子デバイス【増補改訂版】 菅 博・川畑敬志・矢野満明・田中 誠 共著 (産業図書)                                                                                                                                                                                          |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 担当教員                                                                                                                                                                          | 瀬戸 悟                                                                                                                                                                                                                                   |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 到達目標                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 1. 半導体デバイスで使われる技術用語を英語で読み書きすることができる。<br>2. 半導体の特徴を説明できる。<br>3. p型、n型半導体のバンド図を描くことができる。<br>4. ドナーとアクセプタの役割を理解し、説明できる。<br>5. 半導体中のキャリアの振舞いを理解し、説明できる。<br>6. PN接合のバンド図を描くことができる。 |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| ルーブリック                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
|                                                                                                                                                                               | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                           |          |                      | 標準的な到達レベルの目安                               |         | 未到達レベルの目安                                     |     |
| 到達目標<br>項目1, 2                                                                                                                                                                | 半導体の特徴を説明でき、半導体デバイスで使われる技術用語を読み書きできる。                                                                                                                                                                                                  |          |                      | 半導体の特徴をある程度説明でき、半導体デバイスで使われる技術用語を理解できる。    |         | 半導体の特徴を説明することが困難で、半導体デバイスで使われる技術用語を理解できない。    |     |
| 到達目標<br>項目3、4                                                                                                                                                                 | p型・n型の特徴をバンド図で描いて説明でき、ドナーとアクセプタの役割を理解して説明できる。                                                                                                                                                                                          |          |                      | p型・n型の特徴をバンド図で説明でき、ドナーとアクセプタの役割をある程度説明できる。 |         | p型・n型の特徴をバンド図で説明することが困難で、ドナーとアクセプタの役割も説明できない。 |     |
| 到達目標<br>項目5, 6                                                                                                                                                                | 半導体中のキャリアの振舞いを理解し、PN接合のバンド図を理解して描くことができる。                                                                                                                                                                                              |          |                      | 半導体中のキャリアの振舞いをある程度理解し、PN接合のバンド図を描くことができる。  |         | 半導体中のキャリアの振舞いを理解することが困難で、PN接合のバンド図を描くことができない。 |     |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 本科学習目標 1 本科学習目標 3                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 教育方法等                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 概要                                                                                                                                                                            | 半導体デバイスの基本動作の理解を主眼として電気・電子技術全般に使われるさまざまな半導体デバイスの理解に対処できる基礎学力を身につけ、半導体デバイスⅡで学ぶことになる環境に配慮した太陽電池等の動作原理を理解できる基礎的な専門的知識と数学的な考え方が課題解決に使われること学ぶ。                                                                                              |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                     | 【事前事後学習など】随時、到達目標の達成度を確認するためにレポート課題を与える。<br>【関連科目】半導体デバイスⅡ, 電子回路Ⅰ, 電子回路Ⅱ, 電気材料                                                                                                                                                         |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 注意点                                                                                                                                                                           | ・計算に埋没せず、つねに物理的に理解しよう心がけること。<br>・最初は新しい概念の理解に戸惑いを感じると思うが、復習や演習問題を解くことで理解に努めること。<br>・レポート課題は期限を守って必ず提出すること。<br>・授業・定期試験では関数電卓を持参すること。<br>【評価方法・評価基準】後期中間試験、学年末試験を実施する。<br>後期中間試験 (40%), 学年末試験 (40%), レポート (20%) から総合成績を計算し、50点以上を合格とする。 |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| テスト                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 授業計画                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 週        | 授業内容                 |                                            |         | 週ごとの到達目標                                      |     |
| 後期                                                                                                                                                                            | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                   | 1週       | 半導体とは何か【in situ実験】   |                                            |         | 半導体の特徴を説明できる。                                 |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 2週       | 量子力学の基礎              |                                            |         | 量子力学の基礎について説明できる。                             |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 3週       | 原子の電子構造と電子配置         |                                            |         | 原子の電子構造と電子配置について説明できる。                        |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 4週       | 固体のエネルギーバンド構造        |                                            |         | 固体のエネルギーバンド構造について説明できる。                       |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 5週       | 状態密度とフェルミ・ディラックの分布関数 |                                            |         | 状態密度とフェルミ・ディラックの分布関数を数式で記述できる。                |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 6週       | 半導体中のキャリア密度          |                                            |         | 半導体中のキャリア密度を数式で記述できる。                         |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 7週       | 半導体中の不純物 (アクセプタとドナー) |                                            |         | 半導体中の不純物 (アクセプタとドナー) の役割を説明できる。               |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 8週       | フェルミ準位の温度変化          |                                            |         | フェルミ準位の温度変化を説明できる。                            |     |
|                                                                                                                                                                               | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                   | 9週       | キャリア密度の温度変化          |                                            |         | キャリア密度の温度変化をバンド図で説明できる。                       |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 10週      | キャリアの発生・散乱・再結合       |                                            |         | キャリアの発生・散乱・再結合について説明できる。                      |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 11週      | 少数キャリアの寿命            |                                            |         | 少数キャリアの寿命について数式で記述できる。                        |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 12週      | ドリフト電流と拡散電流          |                                            |         | ドリフト電流と拡散電流を数式で記述できる。                         |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 13週      | アインシュタインの関係式と拡散方程式   |                                            |         | アインシュタインの関係式と拡散方程式を数式で記述できる。                  |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 14週      | pn接合のエネルギーバンド構造      |                                            |         | pn接合のエネルギーバンド構造を説明できる。                        |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 15週      | 試験返却と解説および復習         |                                            |         | 試験返却し、問題の解説および正解の少ない問題に関しては復習する。              |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        | 16週      |                      |                                            |         |                                               |     |
| モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      |                                            |         |                                               |     |
| 分類                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                        | 分野       | 学習内容                 | 学習内容の到達目標                                  |         | 到達レベル                                         | 授業週 |
| 専門的能力                                                                                                                                                                         | 分野別の専門工学                                                                                                                                                                                                                               | 電気・電子系分野 | 電子工学                 | 電子の電荷量や質量などの基本性質を説明できる。                    |         | 3                                             |     |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                        |          |                      | エレクトロンボルトの定義を説明し、単位換算等の計算ができる。             |         | 3                                             |     |

|  |  |  |                                                         |   |  |
|--|--|--|---------------------------------------------------------|---|--|
|  |  |  | 結晶、エネルギーバンドの形成、フェルミ・ディラック分布を理解し、金属と絶縁体のエネルギーバンド図を説明できる。 | 3 |  |
|  |  |  | 金属の電氣的性質を説明し、移動度や導電率の計算ができる。                            | 3 |  |
|  |  |  | 真性半導体と不純物半導体を説明できる。                                     | 3 |  |
|  |  |  | 半導体のエネルギーバンド図を説明できる。                                    | 3 |  |
|  |  |  | pn接合の構造を理解し、エネルギーバンド図を用いてpn接合の電流－電圧特性を説明できる。            | 3 |  |
|  |  |  | バイポーラトランジスタの構造を理解し、エネルギーバンド図を用いてバイポーラトランジスタの静特性を説明できる。  | 3 |  |
|  |  |  | 電界効果トランジスタの構造と動作を説明できる。                                 | 3 |  |

| 評価割合    |    |    |      |    |         |     |     |
|---------|----|----|------|----|---------|-----|-----|
|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
| 総合評価割合  | 80 | 0  | 0    | 0  | 20      | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 0  | 0    | 0  | 20      | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |