

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------|------|
| 仙台高等専門学校                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             | 開講年度                                                                     | 令和05年度 (2023年度)                                            |                                                              | 授業科目 | 電子材料 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 科目番号                                                                                                                                       | 0063                                                                                                                                                                                                        |                                                                          | 科目区分                                                       | 専門 / 選択                                                      |      |      |
| 授業形態                                                                                                                                       | 授業                                                                                                                                                                                                          |                                                                          | 単位の種別と単位数                                                  | 学修単位: 2                                                      |      |      |
| 開設学科                                                                                                                                       | 総合工学科 I 類                                                                                                                                                                                                   |                                                                          | 対象学年                                                       | 4                                                            |      |      |
| 開設期                                                                                                                                        | 前期                                                                                                                                                                                                          |                                                                          | 週時間数                                                       | 2                                                            |      |      |
| 教科書/教材                                                                                                                                     | 電子デバイス工学【第2版】 古川他著 森北出版株式会社                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 担当教員                                                                                                                                       | 川崎 浩司                                                                                                                                                                                                       |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 到達目標                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| ・基本電子物性が理解し、説明できる。<br>・原子の構造を説明でき、結晶におけるエネルギーバンド構造や導体・半導体・絶縁体のエネルギーバンド構造を説明できる。<br>・半導体の種類を説明でき、分布関数や電気伝導について説明できる。<br>・各種材料について、概要が説明できる。 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| ルーブリック                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
|                                                                                                                                            | 理想的な到達レベルの目安<br>(優)                                                                                                                                                                                         | 標準的な到達レベルの目安<br>(良)                                                      | 最低限到達レベルの目安(可<br>(良)                                       | 未到達レベルの目安                                                    |      |      |
| 電子と結晶                                                                                                                                      | 原子モデルを説明でき、半導体材料の結晶構造や結合形式を説明できる。<br>半導体材料の価電子密度等の計算、ミラー指数を用いた面・方位の説明できる。                                                                                                                                   | 原子モデルを説明でき、半導体材料の結晶構造や結合形式を説明できる。<br>半導体材料の価電子密度等を計算できる。                 | 原子モデルを説明できる。<br>半導体材料の結晶構造や結合形式を説明できる。                     | 原子モデルを説明できない。<br>半導体材料の結晶構造や結合形式を説明できない。                     |      |      |
| エネルギー帯と自由電子                                                                                                                                | エネルギー順位、エネルギー帯の形成及びエネルギー帯を用いた導体・絶縁体・半導体の違いについて、十分な異様で説明できる。<br>自由電子を作成するために必要なエネルギー等を計算できる。                                                                                                                 | エネルギー順位、エネルギー帯の形成及びエネルギー帯を用いた導体・絶縁体・半導体の違いが説明き、シリコンについて、具体的な値を用いて説明ができる。 | エネルギー順位、エネルギー帯の形成が説明できる。<br>エネルギー帯を用いた導体・絶縁体・半導体の違いが説明できる。 | エネルギー順位、エネルギー帯の形成が説明できない。<br>エネルギー帯を用いた導体・絶縁体・半導体の違いが説明できない。 |      |      |
| 半導体とキャリア                                                                                                                                   | 半導体の種類とキャリア及びキャリア生成機構について説明できる。<br>各半導体でのキャリアの数の比較、不純物によるキャリア生成・イオン化等具体的に説明できる。                                                                                                                             | 半導体の種類とキャリアについて、説明できる。<br>キャリア生成機構について説明できる。                             | 半導体の種類とキャリアについて、説明できる。                                     | 半導体の種類とキャリアについて、説明できない。                                      |      |      |
| キャリア密度とフェルミ準位                                                                                                                              | キャリア密度とフェルミレベルについて、説明できる。<br>多数キャリア、少数キャリアの説明ができ、キャリア密度等の計算ができる。                                                                                                                                            | キャリア密度とフェルミレベルについて、説明できる。<br>多数キャリアと少数キャリアの説明ができる。                       | キャリア密度とフェルミレベルについて、説明できる。                                  | キャリア密度とフェルミレベルについて、説明できない。                                   |      |      |
| 半導体の電気伝導                                                                                                                                   | 半導体の電気伝導を説明できる。<br>ドリフト電流、拡散電流、キャリア連続の式を導ける。<br>ドリフト速度、導電率（低効率）等の計算ができる。                                                                                                                                    | 半導体の電気伝導を説明できる。<br>ドリフト電流、拡散電流、キャリア連続の式を導ける。                             | 半導体の電気伝導（ドリフト・拡散）及びキャリア連続の式が説明できる。                         | 半導体の電気伝導（ドリフト・拡散）及びキャリア連続の式が説明できない。                          |      |      |
| 総 合                                                                                                                                        | 到達目標を十分優れた内容で達成し、課題提出を行える                                                                                                                                                                                   | 到達目標を平均的レベルで達成し、課題提出を行える                                                 | 担当教員の支援・指導を受けながら、到達目標の最低限を達成し、課題提出を行える                     | 担当教員の大きな支援・指導があったにもかかわらず、到達目標の達成や課題内容が伴わなかった                 |      |      |
| 課 題                                                                                                                                        | 提出締切が守られ、内容も平均より十分優れたものを提出できる                                                                                                                                                                               | 提出締切が守られ、内容が平均レベル程度のものを提出できる                                             | 遅れながらも提出され、最低限程度の内容のものを提出できる                               | 課題を提出できない、または、大幅な遅れで提出し内容が伴わないものしか提出できない                     |      |      |
| プレゼンテーション                                                                                                                                  | 適切なツールを用いて、発表内容が平均より十分に優れ、時間管理もしっかりできる                                                                                                                                                                      | 必要なツールを用いることができ、発表内容が平均レベルの発表ができる                                        | 担当教員の支援・指導を受けながら、最低限の内容で、発表を行える                            | 発表ができない、または内容が全く伴わない発表しかできない                                 |      |      |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 学習・教育到達度目標 1 工学分野についての幅広い知識と技術を活用できる実践的な能力                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 教育方法等                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 概要                                                                                                                                         | ・基礎電子物性を学習し、導体・半導体・絶縁体について、学習する。<br>・電子物性の各種定数や単位の定義や、エネルギーバンド構造の違いをしっかりと理解する。<br>・半導体に関しては、キャリア密度や電気伝導等詳しく学習する。<br>・その他材料(磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等)について、調べ学習を行い、プレゼンテーションを通して、全体共有を行う。                         |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                  | ・最初約2/3の時間を用いて、半導体を中心とする電気特性の講義および試験を行う。<br>・残りの時間を用いて、その他材料に関する調べ学習を各グループ毎に行い、プレゼンテーションを行うことで知識共有を行う。<br>「事前学習」<br>・毎回の授業前までに、授業で行う内容を確認し、授業に臨むこと。<br>「事後学習」<br>・毎回の授業後に、授業で学んだことを振り返り、理解できなかった点を復習しておくこと。 |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |
| 注意点                                                                                                                                        | ・3年生で学んだ、化学・物理・電子回路などにおける、電子物性や結合に関する基礎知識を用いるので、復習を行っておくことが望ましい。<br><br>※本科目は、IEコースのみJABEE対応科目である。                                                                                                          |                                                                          |                                                            |                                                              |      |      |

| 授業の属性・履修上の区分                            |          |                                            |                                  |                                                         |       |          |
|-----------------------------------------|----------|--------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|----------|
| <input type="checkbox"/> アクティブラーニング     |          | <input checked="" type="checkbox"/> ICT 利用 |                                  | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応                         |       |          |
| <input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業 |          |                                            |                                  |                                                         |       |          |
| 授業計画                                    |          |                                            |                                  |                                                         |       |          |
| 前期                                      | 1stQ     | 週                                          | 授業内容                             | 週ごとの到達目標                                                |       |          |
|                                         |          | 1週                                         | ガイダンス<br>復習                      | 低学年で学んだ電子物性の振り返り                                        |       |          |
|                                         |          | 2週                                         | 価電子と結晶                           | 原子構造が説明できる。<br>結晶の結合形式および単位法や方位が説明できる。                  |       |          |
|                                         |          | 3週                                         | エネルギー帯と自由電子                      | エネルギー準位について説明できる。<br>導体・半導体・絶縁体のエネルギーバンド構造が説明できる。       |       |          |
|                                         |          | 4週                                         | 半導体のキャリア                         | 半導体の種類およびキャリアについて説明できる。                                 |       |          |
|                                         |          | 5週                                         | キャリア密度とフェルミ準位(1)                 | フェルミ-ディラックの分布およびキャリア密度が理解できる。                           |       |          |
|                                         |          | 6週                                         | キャリア密度とフェルミ準位(2)<br>半導体の電気伝導(1)  | 多数キャリア、少数キャリアが説明できる。<br>ドリフト電流のメカニズムが理解、説明できる。          |       |          |
|                                         |          | 7週                                         | 半導体の電気伝導(2)                      | 拡散電流のメカニズムが理解、説明できる。                                    |       |          |
|                                         | 8週       | 講義内容、振り返り                                  | 講義内容が総合的に理解できる。                  |                                                         |       |          |
|                                         | 2ndQ     | 9週                                         | 試験                               | 試験範囲を、総合的に理解できる。                                        |       |          |
|                                         |          | 10週                                        | 答案返却<br>調べ学習発表担当分け               | 講義内容が総合的に理解できる。                                         |       |          |
|                                         |          | 11週                                        | 調べ学習 1<br>(磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等) | 磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等の概要が理解でき説明できる。                      |       |          |
|                                         |          | 12週                                        | 調べ学習 2<br>(磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等) | 磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等の概要が理解でき説明できる。                      |       |          |
|                                         |          | 13週                                        | 調べ学習 3<br>(磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等) | 磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等の概要が理解でき説明できる。                      |       |          |
|                                         |          | 14週                                        | 調べ学習 4<br>(磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等) | 磁気材料・誘電材料・圧電材料・光学材料等の概要が理解でき説明できる。                      |       |          |
|                                         |          | 15週                                        | プレゼンテーション                        | 適切なツールを使用して、調べ学習の内容を発表できる。                              |       |          |
| 16週                                     |          | 全体振り返り                                     | 本科目全体について振り返り、理解を深める。            |                                                         |       |          |
| 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     | 前1,前2    |
|                                         |          |                                            |                                  | 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     | 前2       |
|                                         |          |                                            |                                  | 原子の構造を説明できる。                                            | 3     | 前2,前3    |
|                                         |          |                                            |                                  | パウリの排他律を理解し、原子の電子配置を説明できる。                              | 3     | 前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     | 前3,前5,前6 |
|                                         |          |                                            |                                  | 金属の電気的性質を説明し、移動度や導電率の計算ができる。                            | 3     | 前7       |
|                                         |          |                                            |                                  | 真性半導体と不純物半導体を説明できる。                                     | 3     | 前4,前5,前6 |
|                                         |          |                                            |                                  | 半導体のエネルギーバンド図を説明できる。                                    | 3     | 前5,前6    |
| 評価割合                                    |          |                                            |                                  |                                                         |       |          |
|                                         |          | 試験                                         | 課題                               | プレゼンテーション                                               | 合計    |          |
| 総合評価割合                                  |          | 50                                         | 15                               | 35                                                      | 100   |          |
| 基礎的能力                                   |          | 10                                         | 0                                | 10                                                      | 20    |          |
| 専門的能力                                   |          | 40                                         | 15                               | 25                                                      | 80    |          |