

|                                                                                                                                              |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|-----|--|
| 香川高等専門学校                                                                                                                                     |                                                                                                      | 開講年度 | 平成30年度 (2018年度)                                                   |                                       | 授業科目    | 半導体工学                                                                 |     |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                       |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 科目番号                                                                                                                                         | 0211                                                                                                 |      |                                                                   | 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                                                                                                                                         | 創造工学専攻（電気情報工学コース）<br>（2023年度以前入学者）                                                                   |      |                                                                   | 対象学年                                  | 専2      |                                                                       |     |  |
| 開設期                                                                                                                                          | 前期                                                                                                   |      |                                                                   | 週時間数                                  | 2       |                                                                       |     |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                       |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 担当教員                                                                                                                                         | 鹿間 共一                                                                                                |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 到達目標                                                                                                                                         |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| これまでにならなかった半導体についてさらに深い観点から説明することが出来る<br>pn接合における2次的効果についても説明することが出来る<br>BJTの特性についてベースにおけるキャリア分布から説明することが出来る<br>MOSFETについてバンド構造と絡め説明することが出来る |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 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                                                             |     |  |
| 半導体の特性とPN接合の特性                                                                                                                               | 半導体とPN接合について基本的な物理現象を数式を種々の問題に応用することができる                                                             |      |                                                                   | 半導体とPN接合について基本的な物理現象数式を用いて説明できる       |         | 半導体とPN接合について基本的な物理現象をすうっ式を用いて説明できない                                   |     |  |
| バイポーラトランジスタ（JBT）                                                                                                                             | JBTの特性を数式を用いて説明することが出来る                                                                              |      |                                                                   | JBTの特性を数式を用いて説明することが出来る               |         | JBTの特性を数式を用いて説明することが出来ない                                              |     |  |
| MOSFET                                                                                                                                       | バンド図や数式を用いてMOSダイオードやMOSFETの特性を説明することが出来る                                                             |      |                                                                   | バンド図を用いてMOSダイオードやMOSFETの特性を説明することが出来る |         | バンド図を用いてMOSダイオードやMOSFETの特性を説明することが出来ない                                |     |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 学習・教育目標 B-3                                                                                                                                  |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 教育方法等                                                                                                                                        |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 概要                                                                                                                                           | 今までに習った電子デバイスに関する知識を深める。後半では、バイポーラトランジスタにおけるキャリアの挙動を定量的に取り扱い、そこで起こっている現象を理解する。                       |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                    | はじめに量子論の基礎について講義を行い、その後学習内容にしたがってスライドを示し、講義を進めてゆく。また、授業ノートを作成し、授業後ノートを使って復習点を行い、次回の授業において疑問点を質問すること。 |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 注意点                                                                                                                                          |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 授業計画                                                                                                                                         |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 前期                                                                                                                                           | 1stQ                                                                                                 | 週    | 授業内容                                                              |                                       |         | 週ごとの到達目標                                                              |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 1週   | 深いポテンシャルの井戸に閉じ込められた電子と金属内の電子                                      |                                       |         | 深い井戸ポテンシャルに閉じ込められた電子の状態について理解する                                       |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 2週   | クローニヒペニーモデル                                                       |                                       |         | バンド構造が作られることをクローニヒペニーモデルを用いて理解する                                      |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 3週   | 正孔、金属と半導体、絶縁体のバンド構造、分布則、真性半導体のキャリア濃度、不純物ドーピング                     |                                       |         | 半導体中のキャリア分布について数式を用いて理解する                                             |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 4週   | p形,n形半導体のキャリア濃度、pn積、導電率と移動度、ホール効果、ドリフト電流と拡散電流、多数キャリアの注入と少数キャリアの注入 |                                       |         | キャリア分布の理解とキャリアの流れの要因について理解する                                          |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 5週   | キャリア再結合過程、少数キャリア連続の式、連続の方程式の応用例                                   |                                       |         | キャリアの再結合過程について理解する<br>キャリア連続の式について理解する<br>キャリア連続の式を用いてキャリアの分布状態が求められる |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 6週   | pn接合（エネルギー準位図、ポテンシャル分布、理想的な電流-電圧特性、実際の電流－電圧特性）                    |                                       |         | pn接合における物理を数式を使って理解する                                                 |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 7週   | pn接合（逆方向降伏特性、接合容量）、トンネルダイオードの物理、金属-半導体接触                          |                                       |         | pn接合における物理を数式を使って理解する                                                 |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 8週   | BJT動作の基礎、BJTの製作                                                   |                                       |         | BJTの原理についてバンド構造と関連づけ理解する                                              |     |  |
|                                                                                                                                              | 2ndQ                                                                                                 | 9週   | 少数キャリアの分布と端子電流                                                    |                                       |         | BJTのベース領域の置けるキャリア分布を求めそれから、単利電流の流れを理解する                               |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 10週  | バイアスの一般論                                                          |                                       |         | BJTトランジスタの等価回路を説明することが出来る                                             |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 11週  | スイッチング                                                            |                                       |         | ベース領域のキャリア密度の変化を基にスイッチング現象を理解する                                       |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 12週  | 2次的効果                                                             |                                       |         | BJTの2次効果について説明することが出来る                                                |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 13週  | トランジスタの周波数限界                                                      |                                       |         | BJTの周波数限界について説明することが出来る                                               |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 14週  | MOSダイオード                                                          |                                       |         | MOSダイオードの動作についてバンド図を用いて説明することが出来る                                     |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 15週  | MOSFET                                                            |                                       |         | MOSFETの動作についてバンド図と式を用いて説明することが出来る                                     |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 16週  | 期末試験                                                              |                                       |         |                                                                       |     |  |
| 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 |  |
| 評価割合                                                                                                                                         |                                                                                                      |      |                                                                   |                                       |         |                                                                       |     |  |
|                                                                                                                                              |                                                                                                      | 試験   |                                                                   |                                       | 合計      |                                                                       |     |  |
| 総合評価割合                                                                                                                                       |                                                                                                      | 100  |                                                                   |                                       | 100     |                                                                       |     |  |
| 半導体                                                                                                                                          |                                                                                                      | 30   |                                                                   |                                       | 30      |                                                                       |     |  |
| JBT                                                                                                                                          |                                                                                                      | 40   |                                                                   |                                       | 40      |                                                                       |     |  |

|        |    |    |
|--------|----|----|
| MOSFET | 30 | 30 |
|--------|----|----|