

|                                                                                                                       |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Tokuyama College                                                                                                      |                                                                                      | Year | 2019                             |                                                        | Course Title                   | Integrated Circuits Design |
| Course Information                                                                                                    |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Course Code                                                                                                           | 0144                                                                                 |      |                                  | Course Category                                        | Specialized / Elective         |                            |
| Class Format                                                                                                          | Lecture                                                                              |      |                                  | Credits                                                | Academic Credit: 2             |                            |
| Department                                                                                                            | Department of Computer Science and Electronic Engineering                            |      |                                  | Student Grade                                          | 5th                            |                            |
| Term                                                                                                                  | Year-round                                                                           |      |                                  | Classes per Week                                       | 1                              |                            |
| Textbook and/or Teaching Materials                                                                                    | 國枝博昭 「集積回路設計入門」 コロナ社                                                                 |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Instructor                                                                                                            | Yanagisawa Hideaki                                                                   |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Course Objectives                                                                                                     |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| 集積回路設計における一連の流れを理解する。また、現在の集積回路の主流であるCMOSによる回路の解析と合成ができること、および、LSI設計における設計アルゴリズム（論理回路設計、レイアウト設計）の基本的な考え方が理解できることを求める。 |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Rubric                                                                                                                |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
|                                                                                                                       | 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                      |                            |
|                                                                                                                       | CMOS回路の動作について詳細に説明することができる。                                                          |      | CMOS回路の動作について簡単に説明することができる。      |                                                        | CMOS回路の動作について説明することができない。      |                            |
|                                                                                                                       | CMOS回路を用いた回路設計について詳細に説明することができる。                                                     |      | CMOS回路を用いた回路設計について簡単に説明することができる。 |                                                        | CMOS回路を用いた回路設計について説明することができない。 |                            |
|                                                                                                                       | 論理設計について詳細に説明することができる。                                                               |      | 論理設計について簡単に説明することができる。           |                                                        | 論理設計について説明することができない。           |                            |
|                                                                                                                       | 配置配線について詳細に説明することができる。                                                               |      | 配置配線について簡単に説明することができる。           |                                                        | 配置配線について説明することができない。           |                            |
| Assigned Department Objectives                                                                                        |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| 到達目標 C 1<br>JABEE d-1                                                                                                 |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Teaching Method                                                                                                       |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Outline                                                                                                               | 集積回路を設計するために必要な、1）半導体デバイス、2）I C 製造プロセス、3）CMOS回路設計、4）論理回路設計、5）レイアウト設計 について学ぶ。         |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Style                                                                                                                 | 座学の講義を基本とし、適時、課題を課すため、予習復習が必須である。                                                    |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Notice                                                                                                                | ディジタル回路I・II(3年)、ディジタル回路応用(4年)<br>最終評価（最大100点）＝前期中間20％＋前期末20％＋後期中間30％＋後期末30％＋課題点（10点） |      |                                  |                                                        |                                |                            |
| Course Plan                                                                                                           |                                                                                      |      |                                  |                                                        |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      |      | Theme                            | Goals                                                  |                                |                            |
| 1st Semester                                                                                                          | 1st Quarter                                                                          | 1st  | 集積回路の基礎(1)<br>半導体デバイスの基礎         | 半導体デバイスの誕生までの歴史を振り返る。集積回路を構成する半導体デバイスの基本を復習する。         |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 2nd  | 集積回路の基礎(2)<br>集積回路の分類            | 集積回路の規模、製造方法、回路形式、設計方式による分類について学ぶ。                     |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 3rd  | 集積回路の基礎(3)<br>MOS構造              | 集積回路でもっとも良く使われているMOS構造とその性質について学ぶ。                     |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 4th  | 集積回路の基礎(4)<br>MOSプロセスとレイアウト      | MOS構造を用いたICのプロセスと個々の素子の配置の実際について学ぶ。                    |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 5th  | 集積回路の基本素子(1)<br>抵抗と容量            | IC中の抵抗素子と容量素子の構造とその性質について学ぶ。                           |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 6th  | 集積回路の基本素子(2)<br>MOSトランジスタと回路     | MOSトランジスタの構造とその動作機構およびそれを用いた回路について復習する。                |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 7th  | 論理の転送(1)<br>集積回路における論理動作         | MOSICにおける論理動作をMOSトランジスタと容量負荷の関係で説明する。                  |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 8th  | 中間試験                             | MOS素子の構造と動作および回路、集積回路設計の概要の理解度を確認する出題。                 |                                |                            |
|                                                                                                                       | 2nd Quarter                                                                          | 9th  | 論理の転送(2)<br>伝送ゲート                | 答案返却及び解答と解説を行う。pMOS伝送ゲート、nMOS伝送ゲート、CMOS伝送ゲートの動作について学ぶ。 |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 10th | 回路設計(1)<br>論理ゲートの評価基準            | 論理ゲートの入出力特性、多段接続、しきい値電圧と雑音余裕度について学ぶ。                   |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 11th | 回路設計(2)<br>CMOSインバータ             | CMOSインバータの動作を復習し、スイッチング特性、消費電力について学ぶ。                  |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 12th | 回路設計(3)<br>CMOS論理ゲート             | CMOSによるNANDゲート、NORゲートの動作について学ぶ。                        |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 13th | 回路設計(4)<br>スタティック論理回路(1)         | 複合ゲートCMOS論理回路の解析法について学ぶ。                               |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 14th | 回路設計(5)<br>スタティック論理回路(2)         | 複合ゲートCMOS論理回路の合成法について学ぶ。                               |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 15th | 期末試験                             | CMOS基本回路および、複合ゲートCMOS回路の解析法と合成法の理解度を確認する出題。            |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 16th | 答案返却など                           | 答案用紙を返却し、解答と解説を行う。                                     |                                |                            |
| 2nd Semester                                                                                                          | 3rd Quarter                                                                          | 1st  | 論理設計（1）<br>集積回路における論理設計          | 集積回路におけるトランジスタ、ゲート、PLAなどを用いた階層設計の概要について学ぶ。             |                                |                            |
|                                                                                                                       |                                                                                      | 2nd  | 論理設計（2）<br>データバスと制御論理            | データバスと制御論理回路の構成について学ぶ。                                 |                                |                            |

|  |                |      |                                |                                                         |
|--|----------------|------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
|  |                | 3rd  | 論理設計（３）<br>算術論理演算              | 算術演算回路のICによる実現に適したブロック構成について学ぶ。                         |
|  |                | 4th  | 論理設計（４）<br>メモリ機能とレジスタ          | メモリ（レジスタ）機能をスタティックおよびダイナミックに実現する方法について学ぶ。               |
|  |                | 5th  | 論理設計（５）<br>PLA（１）              | PLAの回路の実現方法と解析について学ぶ。                                   |
|  |                | 6th  | 論理設計（６）<br>PLA（２）              | 論理回路をPLAによって設計する方法について学ぶ。                               |
|  |                | 7th  | 論理設計（７）<br>PLA（２）              | 続き。                                                     |
|  |                | 8th  | 中間試験                           | 主として、集積回路に適した算術演算回路の構成法、PLAの解析と合成の理解度を確認する。             |
|  | 4th<br>Quarter | 9th  | レイアウト設計（１）<br>配置アルゴリズム（１）      | 答案返却及び解答と解説を行う。<br>ICにおけるレイアウト問題の概要と配置アルゴリズムの考え方について学ぶ。 |
|  |                | 10th | レイアウト設計（２）<br>配置アルゴリズム（２）      | 配置アルゴリズムの一つを取り上げ、それを用いた配置の方法について学ぶ。                     |
|  |                | 11th | レイアウト設計（３）<br>配置アルゴリズム（３）      | 続き。                                                     |
|  |                | 12th | レイアウト設計（４）<br>チャンネル配線アルゴリズム（１） | 論理セル間のチャンネル配線問題の概要を学ぶ。                                  |
|  |                | 13th | レイアウト設計（５）<br>チャンネル配線アルゴリズム（２） | チャンネル配線アルゴリズムの一つを取り上げ、それを用いた配線の方法を学ぶ。                   |
|  |                | 14th | レイアウト設計（６）<br>チャンネル配線アルゴリズム（２） | 続き。                                                     |
|  |                | 15th | 期末試験                           | ICにおける配置、配線アルゴリズムの理解を確認する問題を出題する。                       |
|  |                | 16th | 答案返却など                         | 答案用紙を返却し、解答と解説を行う。                                      |

#### Evaluation Method and Weight (%)

|          | 試験  | 課題 | Total |
|----------|-----|----|-------|
| Subtotal | 100 | 10 | 110   |
| 基礎的能力    | 30  | 10 | 40    |
| 専門的能力    | 70  | 0  | 70    |