

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
1年後期	1	2	必修（教職必修）
担当教員			
小澤 哲夫			
添付ファイル			

講義概要	現在の高度情報化社会（IoT化社会）を、ハード、ソフト両面から支えているのがエレクトロニクス技術である。中でも、集積回路を中心とする半導体デバイスの著しい進歩が今日のIoT技術の発展をもたらした。本講義では、この半導体デバイスを理解する上で基礎となる半導体の物理、半導体デバイスの基本的構成要素であるpn接合や、バイポーラトランジスタについて構造や特性を学ぶ。また、アクティブラーニング（AL）を通して半導体工学の本質、原理を分かり易く理解し、深化した課題を解くことで、問題解決能力の基礎を養う。
授業計画	<p>1 講義の位置づけ、電子のエネルギー状態</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子工学に対する学問上の位置づけと電気電子工学科カリキュラムに対する位置づけ 評価方法 講義の流れ <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/848761e1-c91c-4741-bf85-9896a6a2677a 配信：基礎半導体工学 ガイダンス テキスト <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子工学に対する学問上の位置づけと電気電子工学科カリキュラムに対する位置づけ 「電子の軌道半径」、「パウリの排他律」、「離散的なエネルギー状態」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/eff8c115-c910-40f5-807c-6a6e44d59f3e 配信：基礎半導体工学、小澤哲夫、電子のエネルギー状態 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 配布：基礎半導体工学 課題1 <p>2 エネルギー準位とダイヤモンド構造</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎半導体工学、課題1の解説（第2回） 「ボアモデルにおける電子のエネルギー準位」、「結合形式」、「ダイヤモンド構造の単位胞と方位」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/5f618152-ded5-474e-bb6c-f07b7241fa1b 配信：基礎半導体工学 エネルギー準位とダイヤモンド構造 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 配布：基礎半導体工学 課題2 <p>3 エネルギー帯と自由電子</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎半導体工学、課題2の解説 「Siのエネルギー帯の形成過程」、「バンドギャップ」について、AL①とAL②を行う。 半導体・金属・絶縁体の差異、自由電子と伝導電子の考え方について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/0b8f2882-ee6c-48f0-a0bd-0c5725ca25e2 配信：基礎半導体工学 エネルギー帯と自由電子 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 配布：基礎半導体工学 課題3 <p>4 半導体のキャリア その1</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎半導体工学、課題3の解説 「真性および外因性半導体のキャリア生成機構」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/b943dfed-0369-4372-9381-22185d7e3e6f 配信：基礎半導体工学、小澤哲夫、半導体のキャリア その1 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 配布：2021基礎半導体工学 課題4 <p>5 第1回～第3回の総括と第1回小テスト（第1章と第2章）</p> <ul style="list-style-type: none"> 第1回～第3回の総括 第1回小テスト（範囲：第1章と第2章）

6	<p>半導体のキャリア その2</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第1回小テスト(第1章と第2章)の解説 ・基礎半導体工学、課題4の解説 ・「ドナー準位とアクセプター準位」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/ecc004c4-4c76-4631-a671-2ecb2520f528 ・配信：基礎半導体工学 半導体のキャリア その2 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題5
7	<p>キャリア密度とフェルミ準位 その1</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学 課題5の解説 ・「真性キャリア密度の関係式」、「フェルミ準位」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/a76840c6-343e-4f16-9611-c779b4ee3e61 ・配信：基礎半導体工学、小澤哲夫、キャリア密度とフェルミ準位 その1 テキスト ・配信：電子密度の導出(キャリア密度とフェルミ準位 その1 補足資料) <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：2021基礎半導体工学 課題6
8	<p>キャリア密度とフェルミ準位その2</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学 課題6の解説 ・「多数キャリアと少数キャリア」、「外因性半導体のフェルミ準位」、「半導体の温度特性」についてAL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/16dd47c6-c198-4dcf-8438-027add2a18da ・配信：基礎半導体工学 キャリア密度とフェルミ準位その2 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題7
9	<p>半導体の電気伝導 その1</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学 課題7の解説 ・「移動度とドリフト電流の関係」と「半導体のオームの法則」についてAL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/ae94be1e-6d1b-408a-84ef-264cfe488ee4 ・配信：基礎半導体工学 半導体の電気伝導 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題8
1 0	<p>第6回～第8回の総括と第2回小テスト(第3章と第4章)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第4回、第6回～第8回の総括 ・第2回小テスト(範囲：第3章と第4章)
1 1	<p>半導体の電気伝導 その2</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学、課題8の解説 ・第2回小テスト(第3章と第4章)の解説 ・「拡散電流の物理」、「連続の式」、「アンシュタインの関係」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/ae94be1e-6d1b-408a-84ef-264cfe488ee4 ・配信：基礎半導体工学 半導体の電気伝導 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題9
1 2	<p>pn接合とダイオード</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学 課題9の解説 ・「pn接合のエネルギー帯図」、「動作原理」について、AL①とAL②を行う。 ・「電流-電圧特性」、「順方向バイアス」、「逆方向バイアス」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/2396d7a5-8364-4b14-834f-dc78e0a67c8b ・配信：基礎半導体工学 pn接合とダイオード テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題10
1 3	<p>バイポーラトランジスタ その1</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学、課題10の解説 ・バイポーラトランジスタの「エネルギー帯図」、「動作原理」、「キャリアの移動」について、AL①とAL②を行う。 ・バイポーラトランジスタの「I_bによるI_cの制御」、「電流増幅率」と「決定因子」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/4b19b8b1-c18b-487b-a3d6-e0920c162d91 ・配信：基礎半導体工学 バイポーラトランジスタ その1 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題11

	<p>1 4 バイポーラトランジスタ その2</p> <p>1) 講義内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎半導体工学 課題 1 1 の解説 ・接地形式と増幅利得」、「特性図（線形領域と飽和領域）」について、AL①とAL②を行う。 <p>2) 予習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義動画：https://web.microsoftstream.com/video/56650851-fa7a-4b0f-868c-e34aeaaa6c0b ・配信：基礎半導体工学、小澤哲夫、バイポーラトランジスタ その2 テキスト <p>3) 復習内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配布：基礎半導体工学 課題12 （解説はポータルサイトで動画を配信） <p>1 5 第9回～第14回の総括と第三回テスト（第5章～第8章）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アナログ系デバイスの実用例と全体の総括 ・第9回～第14回の総括 ・第3回小テスト（範囲：第5章～第8章）
授業形態	教科書を用いた講義 アクティブラーニング：①:13回, ②:13回, ③:10回, ④:6回, ⑤:0回, ⑥:0回
達成目標	<p>1. 半導体デバイスの動作を理解する上で必要な半導体の物理の基礎が理解できる。（基礎）</p> <p>2. 半導体のエネルギー帯モデル、キャリアの生成を説明できる。（基礎）</p> <p>3. 半導体中のキャリア密度、ドリフト電流、拡散電流を計算することができ、pn接合の理論へ応用できる。（基礎）</p> <p>4. pn接合の原理と特性およびバイポーラトランジスタの構造と特性をキャリアの移動を通して説明できる。（標準）</p> <p>5. pn接合ダイオードとバイポーラトランジスタにおいて、連続の式、キャリアの移動理論を理解し、与えられた課題に対して応用できる。（応用）</p> <p>6. 半導体工学の知識のもと、電子回路内に組み込まれた電子デバイスの動作を発展的に解析できる。（応用）</p>
評価方法・フィードバック	講義内で行う演習の発表と提出課題（30％）と、章末ごとに行う5回のまとめのテスト（70％）で評価する。課題、まとめのテストについては毎回採点后返却し、結果をフィードバックする。ただし、まとめのテストについては正答率60％未満の者は、別日に正答率60％以上取得できるまで再テストを行う。
評価基準	<p>秀（1～6）：90点以上、優（1～5）：89～80点、良（1～4）：79～70点、可（1～3）：69～60点、不可：59点以下</p> <p>ただし、カッコ（ ）内は、達成目標の項目を示す。</p>
教科書・参考書	<p>教科書：古川静二郎ほか「電子デバイス工学」森北出版</p> <p>参考書：石原 宏「半導体デバイス工学」コロナ社</p> <p>古川静二郎「半導体デバイス」コロナ社</p>
履修条件	物理学、化学の基礎知識が必要である。
履修上の注意	講義には必ず出席すること。また、他の者の迷惑になるので私語は厳禁する。2年次開講の「半導体デバイス」は、この講義が基になっているので、選択科目になっているが全員履修するのが望ましい。
準備学習と課題の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・授業計画中に記載されている「予習」の内容（1.5時間）を必ず行うこと。ただし、予習動画資料はURLを記載しているので、必ず視聴すること。 ・授業計画中に記載されている「課題」の内容（1.5時間）を必ず行うこと。「課題」のレポートは次回の講義に解説、回収する。 ・提出するレポートはA4用紙を使用し、左上を留めること。
ディプロマポリシーとの関連割合（必須）	知識・理解:45%, 思考・判断:15%, 関心・意欲:10%, 態度:10%, 技能・表現:20%
DP1 知識・理解	
DP2 思考判断	
DP3 関心意欲	
DP4 態度	
DP5 技能・表現	