

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
2年前期	2	2	選択（教職選択）
担当教員			
小澤 哲夫			
添付ファイル			

講義概要	<p>「基礎半導体工学」では、半導体デバイスの動作を理解するために必要な半導体の物理、および p n 接合、バイポーラトランジスタについて基本的な事柄を学んだ。本講義では、接合型 FET（電界効果トランジスタ）、MS（金属-半導体）接触、MIS（金属-絶縁体-半導体）接合、MISFET について、構造と特性を学ぶ。そして、それらを多数集積化した集積回路について構造や機能を理解する。また、最近重要性を増している太陽電池や発光デバイスなどの光エレクトロニクス素子についても基本的な事柄を学ぶ。</p>
授業計画	<p>1 半導体の物理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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の説明</li> <li>1年後期の基礎半導体工学で学修した半導体のキャリア、キャリア密度とフェルミ準位、半導体の電気伝導について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストの半導体のキャリア、キャリア密度とフェルミ準位、半導体の電気伝導を復習しておく。</li> <li>準備学習2：PN接合理論は、説明できるようにしておく。</li> </ul> <p>2 金属-半導体接触その1（仕事関数とショットキー障壁）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>金属-半導体接触の仕事関数とショットキー障壁について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストのP63～64を読み、「ショットキー障壁」、「仕事関数」が説明できるようにする。</li> <li>準備学習2：映像資料「1. 金属-半導体接触とショットキー障壁」を視聴</li> <li>課題1：テキストP68、69の演習問題9.1～9.4を計算過程を含めてを解く。AL③</li> </ul> <p>3 金属-半導体接触その2（ショットキーバリアダイオードとその特性）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>課題1の解説</li> <li>ショットキーバリアダイオードの動作原理と特性、オーミック接触について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストのP65～68を読み、ショットキーバリアダイオードの動作原理が説明できるようにする。</li> <li>準備学習2：映像資料「2. ショットキーバリアダイオード」を視聴</li> <li>課題2：テキストP68、69の演習問題9.5～9.6を計算過程を含めてを解く。AL③</li> </ul> <p>4 重要：第4回の講義の初めに「金属-半導体接触」のテストを行う。内容は、テキストP63～69の「金属-半導体接触」における演習問題、理論式の導出、証明、応用的な解釈から出題する。</p> <p>MESFETその1（素子構造、空乏層の役割、ゲートの役割）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>課題2の解説</li> <li>第一回テスト</li> <li>MESFETにおける素子構造、空乏層の役割、ゲートの役割について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストのP70～73を読み、空乏層の役割、ゲートの役割、が説明できるようにする。</li> <li>準備学習2：映像資料「3. MESFETの動作原理」を視聴</li> <li>課題3：MESFETにおける素子構造、空乏層の役割、ゲートの役割の解説</li> </ul> <p>5 MESFETその2（動作原理、電圧-電流特性）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>第一回テストの解説</li> <li>課題3の解説</li> <li>MESFETの動作原理、電圧-電流特性について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストのP74～78を読み、動作原理、電圧-電流特性が説明できるようにする。</li> <li>準備学習2：映像資料「4. MESFETの動作原理と電圧電流特性」を視聴</li> <li>課題4：テキストP78の演習問題10.1～10.2を計算過程を含めてを解く。AL③</li> </ul> <p>6 重要：第6回の講義の初めに「MESFET」のテストを行う。内容は、テキストP70～78の「MESFET」における演習問題、理論式の導出、証明、応用的な解釈から出題する。</p> <p>MISFETその1（MISゲートの蓄積、空乏、反転）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>課題4の解説</li> <li>第二回テスト</li> <li>MISFETの位置づけ、MIS構造とゲート動作、反転状態の解析について、AL①とAL②を行う。</li> <li>準備学習1：テキストのP79～81を読み、MISゲートの蓄積、空乏、反転が説明できるようにする。</li> <li>準備学習2：映像資料「5. MISゲートの蓄積、空乏、反転」を視聴</li> <li>課題5：MISゲートの蓄積、空乏、反転のエネルギー帯図の説明</li> </ul>

7	<p>MISFETその2 (反転状態の解析と動作原理)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第二回テストの解説</li> <li>・課題5の解説</li> </ul> <p>・MISゲートの反転状態の解析とMISFETの動作原理について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP83~89を読み、反転状態の解析とMISFETの動作原理が説明できるようにする。</p> <p>・準備学習2: 映像資料「6. MISFETの動作原理」を視聴</p> <p>・課題6: MISFETの動作原理とエンハンスメント型、デプレッション型の特性を説明</p>
8	<p>MISFETその3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題6の解説</li> </ul> <p>・MISFETにおける線形領域、飽和領域の数値解析、MOSキャパシターについて、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP89~95を読み、線形領域、飽和領域の数値解析、MOSキャパシターの電圧-容量特性が説明できるようにする。</p> <p>・準備学習2: 映像資料「7. MISFETの動線形領域、飽和領域」を視聴</p> <p>・課題7: テキストP95の演習問題11.1~9.4を計算過程を含めてを解く。AL③</p>
9	<p>重要: 第9回の講義の初めに「MISFET」テストを行う。内容は、テキストP79~95の「MISFET」における演習問題、理論式の導出、証明、応用的な解釈から出題する。</p> <p>集積回路プロセスその1 (シリコンウエハー製造プロセス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題7の解説</li> <li>・第三回テスト</li> </ul>
10	<p>・Si (シリコン) の純化、単結晶育成工程について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: ilearn@sistの本講義のHPから「半導体集積回路プロセス」の資料をダウンロードし、Si (シリコン) の純化、単結晶育成工程が説明できるようにする。ダウンロードした資料は、各自持参する。</p> <p>・課題7: シリコンの原石からシリコンウエハーまでの製造プロセスをまとめる。</p> <p>集積回路プロセスその2 (集積回路前工程と後工程)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第三回テストの解説</li> <li>・課題7の解説</li> </ul>
11	<p>・シリコン上は上への集積回路作成工程 (前工程) とICチップ製造 (後工程) について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: ilearn@sistの本講義のHPから「半導体集積回路プロセス」の資料をダウンロードし、前工程と後工程が説明できるようにする。ダウンロードした資料は、各自持参する。</p> <p>・課題8: 前工程と後工程の製造プロセスをまとめる。</p> <p>集積回路 (CMOS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題8の解説</li> </ul>
12	<p>・集積回路の基本レイアウトパターンとCMOSの構造と動作原理、特徴について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP97~102を読み、CMOSの内部構造、動作原理が説明できるようにする。</p> <p>・準備学習2: 映像資料「8. COSIC」を視聴</p> <p>・課題9: テキストP109の演習問題12.1~12.2を計算過程を含めてを解く。AL③</p> <p>重要: 第12回の講義の初めに「集積回路プロセス」、「集積回路CMOSIC」のテストを行う。内容は、「半導体集積回路プロセス」の資料、テキストP97~102における演習問題、理論式の導出、証明、応用的な解釈から出題する。</p> <p>光半導体デバイスの基礎 (光子、光導電効果、光起電力効果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題9の解説</li> <li>・第四回テスト</li> </ul>
13	<p>・光子、光導電効果、光起電力効果について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP110~113を読み、光子、光導電効果が説明できるようにする。</p> <p>光半導体デバイスその1 (受光デバイス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第四回テストの解説</li> </ul>
14	<p>・太陽電池、フォトダイオードの動作原理、特性について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP113~116を読み、太陽電池、フォトダイオードの内部構造、動作原理が説明できるようにする。</p> <p>・準備学習2: 映像資料「9. 太陽電池、フォトダイオード」を視聴</p> <p>・課題10: 太陽電池、フォトダイオードについて内部構造、エネルギー帯図、動作原理、電気的特性をそれぞれ説明</p> <p>光半導体デバイスその2 (発光デバイス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題10の解説</li> </ul> <p>・発光ダイオード、半導体レーザーダイオードの動作原理、特性について、AL①とAL②を行う。</p> <p>・準備学習1: テキストのP117~120を読み、発光現象と発光ダイオード、半導体レーザーダイオードの内部構造、動作原理が説明できるようにする。</p> <p>・準備学習2: 映像資料「10. 発光ダイオード、半導体レーザーダイオード」を視聴</p> <p>・課題11: テキストP120の演習問題13.1~13.6を計算過程を含めてを解く。AL③</p> <p>重要: 第13回の講義の初めに「ショットキーバリアダイオード」、「MESFET」、「MOSFET」、「集積回路プロセス」、「集積回路CMOSIC」、「光半導体デバイス」のテストを行う。内容は、演習問題、理論式の導出、証明、応用的な解釈から出題する。</p>

	15	半導体デバイスの総合演習 ・課題11の解説 ・第五回テスト（総合演習）
授業形態	教科書を用いた講義 アクティブラーニング：①14回，②14回，③6回，④0回，⑤0回，⑥0回	
達成目標	1. 半導体デバイスの構成要素、構造が理解できる。（基礎） 2. 半導体デバイスの基本的な動作が、固体物理の観点から説明できる。（基礎） 3. 半導体デバイスの電気的特性が説明できる。（標準） 4. 半導体素子の集積回路への応用ができる。（標準） 5. MOSFETを中心としたデバイスの特性、問題点を把握したうえで回路設計に応用できる。（応用） 6. 光半導体デバイスにおいてデバイスの特性、問題点を把握したうえで回路設計に応用できる。（応用）	
評価方法・フィードバック	課題（20%）と、単元ごとに行うテスト（80%）で評価する。課題、まとめのテストについては、毎回採点後返却し、各設問ごとの解説を行うことによりフィードバックする。	
評価基準	秀：90点以上（1～6）、優：89～80点（1～5）、良：79～70点（1～4）、可：69～60点（1～3）、不可59点以下 ただし、カッコ（ ）内は、達成目標の項目を示す。	
教科書・参考書	教科書：古川静二郎ほか「電子デバイス工学」森北出版（1年「基礎半導体工学」で用いたもの） 参考書：石原 宏「半導体デバイス工学」コロナ社、古川静二郎「半導体デバイス」コロナ社	
履修条件	基礎半導体工学を履修していることが必要	
履修上の注意	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講義には必ず出席すること。</li> <li>・毎回与えられた準備学習（1.5h）と課題（1.5h）を行うこと。</li> <li>・課題は自力で解き、締切日までに必ず提出すること。</li> </ul>	
準備学習と課題の内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理学1の基本法則、1年後期の「基礎半導体工学」を十分理解しておく必要がある。</li> <li>・章末問題とilearnで設定されている演習問題で、復習1.5時間、予習1.5時間を行うこと。</li> </ul>	
ディプロマポリシーとの関連割合（必須）	知識・理解 40%、思考・判断 15%、関心・意欲 15%、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		