

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工学科学部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/設計工学域 : /Academic Field of Engineering Design	年次/Year	/3年次 : /3rd Year
課程等/Program	/電子システム工学課程・課程専門科目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Electronics	学期/Semester	/前学期 : /First term
分類/Category	/:/	曜日時限/Day & Period	/金 2 : /Fri.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12115201			
科目番号 /Course Number	12160050			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	電子デバイス : Electron Devices			
担当教員名 / Instructor(s)	/西中 浩之 : NISHINAKA Hiroyuki			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code	B_EL3220			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	半導体デバイスを中心とする電子デバイスの基礎を講述する。具体的には、pn 接合ダイオードの動作原理および諸特性を概説するとともに、整流ダイオードや光素子への応用について概説する。また、MOS トランジスタおよび CMOS インバータの動作原理や諸特性、および、微細化する際の諸問題について概説する。また、バイポーラトランジスタについて解説する。さらに、パワーエレクトロニクス素子、高周波トランジスタ等の種々のデバイスについて概観する。
英	This course will cover fundamentals of semiconductor devices. We will review how the pn junctions, and describe their application to rectifying diodes and optoelectronic devices. This course will also cover fundamentals of transistors. We will review how MOSFETs and bipolar transistors work, and describe several aspects regarding shrinkage of device size. Power-electronics transistors and high-frequency transistors are also introduced.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	pn 接合ダイオードで整流性が得られる物理を理解すること。特に、拡散電位、少数キャリア、注入、拡散電流、再結合といったキーワードの物理的意味を理解し、それらを用いて整流性の起源を説明できるようになること。 pn 接合ダイオードの基本特性(直流電流電圧特性、容量電圧特性)を定量的に説明できること。 発光・受光デバイス(発光ダイオード、太陽電池など)の動作原理の概略を理解すること。 MOS 形電界効果トランジスタの動作特性の概略を理解すること。 MOS 形電界効果トランジスタの諸元と相互コンダクタンスの関係を定量的に理解すること。 集積回路の基本素子(インバータ)の動作原理や集積化する際の問題点の概略を理解すること。 バイポーラトランジスタおよびパワーデバイス(サイリスタ、IGBT)の動作特性の概略を理解すること。
英	You will be understand why we can obtain the rectifying characteristics of pn junction diodes. In particular, you will obtain

<p>fundamental knowledge of diffusion voltage, minority carrier, injection, diffusion current, and recombination, and you will be able to explain basic characteristics, DC current-voltage characteristics and capacitance-voltage characteristics of pn junction diodes, quantitatively.</p> <p>You will obtain overview of operation principle of light-receiving and emitting devices (solar cells, photodetectors, light emitting diodes, and laser diodes).</p> <p>You will obtain overview of operation principle of MOSFET.</p> <p>You will understand the relationship between basic device parameters and transconductance of MOSFET, quantitatively.</p> <p>You will obtain overview of operation principle of elemental device of integrated circuits, i.e. inverter. You will be able to explain problems and solutions of integration of transistors.</p> <p>You will obtain overview of operation principle of bipolar junction transistors and power semiconductor devices (thyristors and IGBT).</p>

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)	
日	
英	

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	半導体デバイスの初歩-半導体デバイスとは？	暮らしの中の半導体デバイス、半導体デバイスの歴史、pn 接合ダイオード、トランジスタ、インバータ。
	英	Introduction to semiconductor devices – What is semiconductor devices?	Semiconductor devices in our lives, history of semiconductor devices, pn junction diodes, transistors, inverters.
2	日	pn 接合ダイオードの電流電圧特性(1) - 整流のしくみ	pn 接合ダイオードの動作原理の定性的説明。
	英	Current-voltage characteristics of pn junction diodes (1) – rectifying mechanism	Qualitative explanation of operation principle of pn junction diodes.
3	日	pn 接合ダイオードの電流電圧特性(2) - 拡散方程式	キャリアの生成・消滅、拡散伝導、少数キャリアの拡散方程式の導出。
	英	Current-voltage characteristics of pn junction diodes (2) – diffusion equation	Generation and recombination of carriers, diffusion current, diffusion equation of minority carriers.
4	日	pn 接合ダイオードの電流電圧特性(3) - バンド構造	拡散電位、少数キャリアの注入。
	英	Current-voltage characteristics of pn junction diodes (3) – band structure	Diffusion voltage, minority carrier injection.
5	日	pn 接合ダイオードの電流電圧特性(4) - 定量的な解析	ダイオードの電流電圧特性の導出、キャリアの分布、電子電流、正孔電流、ダイオードの電流電圧特性式の物理的意味。
	英	Current-voltage characteristics of pn junction diodes (4) - quantitative explanation	Current-voltage characteristics of pn junction diodes (4) - quantitative explanation
6	日	pn 接合ダイオードの空乏層容量と耐圧	空乏層幅、空乏層内の電界分布、空乏層容量、耐圧。
	英	Depletion layer capacitance and breakdown voltage of pn	Depletion layer width, electric field distribution in depletion layer, depletion layer capacitance, breakdown voltage.

		junction diodes	
7	日	pn 接合ダイオードと光	半導体の光吸収、光導電、光起電、太陽電池、光検出器、発光材料と発光波長、発光ダイオード、レーザダイオード。
	英	Light-receiving and emitting of pn junction diodes	Optical absorption of semiconductors, photoconduction, photovoltaics, solar cells, photodetectors, luminescence material, light emitting diodes, laser diodes.
8	日	バイポーラトランジスタ(1)-増幅率	基本構造、直流動作の概説、電流増幅率、注入率、到達率。
	英	Bipolar junction transistors (1) - current amplification factor	Structure of bipolar junction transistors, overview of DC operation, current amplification factor, transport factor, injection efficiency.
9	日	バイポーラトランジスタ(2)-諸特性	ベース抵抗、電流集中、アーク効果、パンチスルー。
	英	Bipolar junction transistors (2) - various characteristics	Base resistance, current crowding, punch through
10	日	pn 接合ダイオードとバイポーラトランジスタの高周波・パルス特性	少数キャリアの蓄積、交流動作特性の概略。
	英	High-frequency and pulse characteristics of pn junction diodes and bipolar junction transistors	Minority carrier accumulation, overview of AC operation.
11	日	MOS 形電界効果トランジスタ (MOSFET) (1) - MOS 構造	金属-半導体接触、MOS 構造、蓄積、空乏、反転。
	英	MOS field effect transistors (MOSFET) (1) – MOS structure	Metal-semiconductor contact, MOS structure, accumulation, depletion, inversion.
12	日	MOS 形電界効果トランジスタ (MOSFET) (2) - 動作原理	MOSFET の構造と動作原理。MOSFET の電流電圧特性。ドレイン電流飽和の物理。
	英	MOS field effect transistors (MOSFET) (2) – operating principle	Structure and operation principle of MOSFET, current-voltage characteristics of MOSFET, understanding of physical picture of saturation of drain current.
13	日	MOS 形電界効果トランジスタ (MOSFET) (3) - 定量的な解析	相互コンダクタンス、動作速度。
	英	MOS field effect transistors (MOSFET) (3) - quantitative explanation	Transconductance, operation speed
14	日	CMOS および種々の FET	CMOS、接合形 FET(MESFET)、高電子移動度トランジスタ (HEMT)、静電誘導トランジスタ (SIT)、薄膜トランジスタ(TFT)。
	英	CMOS and various FET	CMOS, junction FET(MESFET), high electron mobility transistors (HEMT), static induction transistors(SIT), thin film transistors(TFT)
15	日	電力制御トランジスタ	オン抵抗と絶縁耐圧、pnpn スイッチ素子、サイリスタ、GTO サイリスタ、パワー MOSFET、絶縁ゲートトランジスタ (IGBT)
	英	Power transistors	Relationship between on-resistance and breakdown voltage, pnpn switching device, thyristors, GTO thyristors, power MOSFET, insulated gate bipolar transistor (IGBT).

履修条件 Prerequisite(s)	
日	2 年次後期までに履修する電気回路と電磁気学、電子物性基礎論の知識を前提に講義する。
英	You need background knowledge studied in "electric circuits", "classical electrodynamics and exercise" and "electronic material science".

授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review	
--	--

日	<p>「電子物性基礎論」で学習する事項のうち、本講義で必要となるものは、本講義で用いる教科書「半導体デバイス」(松波、吉本、共立出版)の1章と2章にまとめている。この1章と2章を復習あるいは自習すると、本講義を履修するうえで大きな助けになる。</p> <p>講義内容のポイントは教科書の例題と章末問題にまとめている。章末問題の詳細な解答は巻末に掲載している。これらの例題と章末問題で復習することを勧める。</p>
英	<p>You can learn the prerequisite knowledge of electronic material science from chapters 1 and 2 of the class book. Preparing for or reviewing by reading chapters 1 and 2 of the class book helps your comprehension of device physics.</p> <p>The points of the lecture contents can be reviewed by working through examples and dissolving end-of-chapter problems in the class book. Detailed answers of the end-of-chapter problems are at the back of the book. Working through the examples and problems are highly recommended</p>

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	教科書「半導体デバイス」(松波、吉本、共立出版)／参考書「絵から学ぶ半導体デバイス工学」(谷口、宇野、朝倉書店)、「集積回路工学」(田丸、野澤、共立出版)、「最新VLSIの基礎」(タウア、ニン、丸善)
英	<p>Class book: "Semiconductor devices (in Japanese)" M. Yoshimoto, H. Matsunami, Kyoritsu Shuppan, 2001.</p> <p>Reference book: "Graphic explanation of semiconductor device technology (in Japanese)" K. Taniguchi, S. Uno, Asakura Shoten 2014.</p> <p>"Integrated Circu</p>

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	全レポートの提出を成績評価の前提とする。成績は学期末試験の結果により評価する。
英	Submission of all the requested reports, approximately 3 reports, is prerequisite to evaluation. You will be evaluated based on term-end examination (100%).

留意事項等 Point to consider	
日	
英	