

2025 年度シラバス

| 科目分類/Subject Categories | | | |
|-------------------------|---|--------------------|---------------------|
| 学部等/Faculty | /工 芸 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 | /後学期 : /Second term |
| 分類/Category | / : / | 曜日時限/Day & Period | /月 2 : /Mon.2 |

| 科目情報/Course Information | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 時間割番号 /Timetable Number | 12121202 | | | |
| 科目番号 /Course Number | 12160091 | | | |
| 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 | フォトニクスⅡ : PhotonicsⅡ | | | |
| 担当教員名 / Instructor(s) | /山下 兼一 : YAMASHITA Kenichi | | | |
| 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_EL3330 | | | |

| 授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course | |
|---|--|
| 日 | 半導体レーザなどの光デバイスは、光通信や家庭用電気製品など多くの分野で用いられている。これらの動作原理や設計指針を理解するためには、発光現象の物理や発光材料の特徴を深く理解することが必要である。本講義では、光と物質の相互作用の基礎を学習し、各種半導体レーザを中心とした光デバイスの物理に対する理解を深めることを目的とする。 |
| 英 | Optoelectronic devices such as semiconductor lasers is being used in various application fields including optical communications and electric appliances. The main part to understand the operation principle of them is to know the physics of radiation and the properties of light emissive materials. In this lecture the students aim to understand the physics of optical devices, especially semiconductor lasers, learning the basis of light-matter interactions. |

| 学習の到達目標 Learning Objectives | |
|-----------------------------|---|
| 日 | <p>レーザ発振現象の基礎を復習する。</p> <p>電磁場の量子化により光子の概念が出現することを理解する。</p> <p>電子と光の相互作用の観点から光学遷移現象を理解する。</p> <p>各種発光材料の特徴、光半導体のバンド構造と物性を理解する。</p> <p>光共振器構造と発振モードの制御方法、レート方程式を理解する。</p> <p>各種半導体レーザの構造と物性、動作特性を理解する。</p> |
| 英 | <p>Review of physical principle of laser oscillation</p> <p>Understanding the concept of photon described by the quantization of electromagnetic field</p> <p>Understanding the basis of optical transitions from the perspective of light-matter interaction</p> <p>Learning of light-emissive materials and band structure of semiconductor</p> |

| | |
|--|--|
| | Understanding of optical resonator structures and rate equation in semiconductor laser devices |
| | Understanding of device structures and operation principle of commonly used semiconductor lasers |

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 導入 | 授業概要、レーザとは何か、様々な発光現象、発光材料、発光デバイス |
| | 英 Introduction | Introductory talk for this course, What is "laser", luminescence, emissive materials, light-emitting devices |
| 2 | 日 レーザ発振の基本原則 (1) | ファブリペロー共振器、レーザ発振の振幅条件と位相条件、発振縦モード |
| | 英 Principle of laser oscillation (I) | Fabry-Perot resonator, amplitude and phase conditions for laser oscillation, longitudinal mode |
| 3 | 日 レーザ発振の基本原則 (2) | 反転分布と光増幅、3準位系モデル、レート方程式、利得飽和 |
| | 英 Principle of laser oscillation (II) | Population inversion, optical amplification, three-level model, rate equations, gain saturation |
| 4 | 日 発光材料 (1) | 発光材料の分類、化合物半導体、混晶半導体、ヘテロ構造 |
| | 英 Light-emitting materials (I) | Light emission material classes, compound semiconductors, alloy semiconductors, semiconductor heterostructures |
| 5 | 日 発光材料 (2) | 半導体のバンド構造、直接遷移と間接遷移、状態密度 |
| | 英 Light-emitting materials (II) | Light-emitting materials (II) |
| 6 | 日 中間試験 | ここまでの学習内容の修得度を確認 |
| | 英 Midterm exam | Check understanding of what you learned in the first half |
| 7 | 日 半導体レーザ (1) | 発光ダイオード、半導体レーザダイオードの基本構造、光利得、レート方程式、電流-光出力特性 |
| | 英 Semiconductor laser (I) | Light-emitting diodes, basic structure of semiconductor laser diode, optical gain, rate equation, current-light output |
| 8 | 日 半導体レーザ (2) | 単一モード発振、導波型回折格子、DBR レーザ、DFB レーザ |
| | 英 Semiconductor laser (II) | Single wavelength oscillation, waveguide grating, distributed-Bragg reflector laser, distributed feedback laser |
| 9 | 日 半導体レーザ (3) | 面発光レーザ、自然放出結合係数 |
| | 英 Semiconductor laser (III) | Vertical cavity surface emitting laser, spontaneous emission coefficient |
| 10 | 日 半導体レーザ (4) | 光変調技術、半導体レーザの動特性、周波数チャージング |
| | 英 Semiconductor laser (IV) | Optical modulation, dynamical properties, charging |
| 11 | 日 半導体レーザ (5) | 半導体量子井戸、状態密度と光利得、量子井戸レーザ、歪量子井戸 |
| | 英 Semiconductor laser (V) | Semiconductor quantum well, density of state, optical gain, quantum well laser, strained quantum well |
| 12 | 日 量子力学の進化 | 黒体輻射、光電効果、水素原子モデル、双極子放射の古典論的取り扱い、量子論的光学遷移モデル |
| | 英 Evolution of quantum electronics | Black body radiation, photoelectric effect, Bohr model, classical model of dipole radiation, model of optical transition in quantum mechanics |
| 13 | 日 電磁場の量子化 | 電磁波の展開、モード密度、光波の量子化、エネルギー固有状態と光子、生成・消滅演算子 |
| | 英 Quantization of electromagnetic field | Expansion of electromagnetic field, mode density, quantization of electromagnetic field, energy eigen state and photon, creation and annihilation operators |
| 14 | 日 電子と光の相互作用 | 光子-電子系のハミルトニアン、光学遷移、フェルミの黄金則、アインシュタインの関係式 |
| | 英 Light-matter interaction | Hamiltonian of photon-electron system, optical transition, Fermi's Golden rule, Einstein's coefficients |

| | | | |
|----|---|---------|---|
| 15 | 日 | 総括 | 講義全般にわたって学習した内容を復習し、総括する。 |
| | 英 | Summary | All contents presented in this class will be reviewed and summarized. |

| 履修条件 Prerequisite(s) | | | |
|----------------------|--|--|--|
| 日 | 半導体工学と光エレクトロニクスの基礎知識を有することが望ましいが、必須ではない。 | | |
| 英 | Hopefully the students who want to take this course already have fundamental parts on semiconductor physics and optoelectronics. | | |

| 授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review | | | |
|--|--|--|--|
| 日 | 復習を次の講義までに必ず行うこと。 | | |
| 英 | Be sure to review what you learned that day before the next lecture. | | |

| 教科書／参考書 Textbooks/Reference Books | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|
| 日 | 特に教科書は指定しない。プリント配布。参考書は初回の授業の際に紹介する。 | | |
| 英 | The students will be received the paper-based text at the start of each lecture. Literature for reference will be introduced in the introductory talk. | | |

| 成績評価の方法及び基準 Grading Policy | | | |
|----------------------------|--|--|--|
| 日 | 中間試験(40%)および期末試験成績(60+ α %)により評価を行う。基本原理についての理解度と具体的な問題を解く力の習得度を評価の基準とする。 | | |
| 英 | The students will be marked with results of mid-term exam (40%) and final exam (60 + α %). Fingers crossed! | | |

| 留意事項等 Point to consider | | | |
|-------------------------|---|--|--|
| 日 | 本授業は基本的に対面で実施します。 | | |
| 英 | This class is basically conducted face-to-face. | | |