

科目コード (Code)	科目名 (Course title)	Course title (English)
10C710	電子工学特別実験及演習 1	Advanced Experiments and Exercises in Electronic Science and Engineering I
10C713	電子工学特別実験及演習 2	Advanced Experiments and Exercises in Electronic Science and Engineering II
10C825	量子論電子工学	Quantum Theory for Electronics
10C800	半導体ナノスピントロニクス	Semiconductor Nanospintronics
10C801	電子装置特論	Charged Particle Beam Apparatus
10C803	量子情報科学	Quantum Information Science
10C810	半導体工学特論	Semiconductor Engineering, Adv.
10C813	電子材料学特論	Electronic Materials, Adv.
10C816	分子エレクトロニクス	Molecular Electronics
10C819	表面電子物性工学	Surface Electronic Properties
10C822	光物性工学	Optical Properties and Engineering
10C828	光量子デバイス工学	Quantum Optoelectronics Devices
10C830	量子計測工学	Quantum measurement
10C851	電気伝導	Electrical Conduction in Condensed Matter
693631	集積回路工学特論	Integrated Circuits Engineering, Adv.
10X001	融合光・電子科学の展望	Prospects of Interdisciplinary Photonics and Electronics
10C846	電子工学特別研修 1 (インターン)	Advanced Seminar in Electronic Science and Engineering I
10C848	電子工学特別研修 2 (インターン)	Advanced Seminar in Electronic Science and Engineering II

科目ナンバリング		G-ENG11 6C710 SB72									
授業科目名 <英訳>		電子工学特別実験及演習 1 Advanced Experiments and Exercises in Electronic Science and Engineering I				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士1回生	単位数	4	開講年度・ 開講期	2019・ 通年集中	曜時限	集中講義	授業 形態	実験	使用 言語	日本語
[授業の概要・目的]											
研究論文に関係する分野の演習・実習を行う。											
[到達目標]											
研究テーマの立案、研究課題に対する実験や演習、研究成果の報告などを行い、高度な研究能力を修得する。											
[授業計画と内容]											
電子工学関連の実験・演習（30回） 電子工学に関する研究課題を取り上げ、担当教員の指導のもと、研究テーマの立案、研究課題に対する実験や演習を行う。											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
演習・実習内容に対する理解度・進捗状況に基づき、総合的に評価する。											
[教科書]											
使用しない											
[参考書等]											
（参考書）											
[授業外学修（予習・復習）等]											
必要に応じて指示する											
（その他（オフィスアワー等））											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

科目ナンバリング		G-ENG11 6C713 SB72									
授業科目名 <英訳>		電子工学特別実験及演習 2 Advanced Experiments and Exercises in Electronic Science and Engineering II				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士2回生	単位数	4	開講年度・ 開講期	2019・ 通年集中	曜時限	集中講義	授業 形態	実験	使用 言語	日本語
[授業の概要・目的]											
研究論文に関係する分野の演習・実習を行う。											
[到達目標]											
研究テーマの立案、研究課題に対する実験や演習、研究成果の報告などを行い、高度な研究能力を修得するとともに修士学位論文を作成する。											
[授業計画と内容]											
電子工学関連の実験・演習（30回） 電子工学に関する研究課題を取り上げ、担当教員の指導のもと、研究テーマの立案、研究課題に対する実験や演習を行う。											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
演習・実習内容に対する理解度・進捗状況に基づき、総合的に評価する。											
[教科書]											
未定											
[参考書等]											
（参考書）											
[授業外学修（予習・復習）等]											
必要に応じて指示する											
（その他（オフィスアワー等））											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

科目ナンバリング		G-ENG11 5C825 LJ72									
授業科目名 <英訳>		量子論電子工学 Quantum Theory for Electronics				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 准教授 掛谷 一弘			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	火3	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
量子力学の基礎的理解をもとに、原子1個と電子1個の水素原子からはじめて、原子2個電子1個の水素分子イオン、原子2個電子2個の水素分子、と電子を1個からつぎつぎに個数を増やしていった時の電子状態の計算法を講述する。複数個の原子からなる分子モデルまでを講述する。多電子系の場合の基本的な取り扱い方を理解するため、電子の受ける相互作用として、クーロン相互作用、スピン軌道相互作用、を考える。併行してこれらの計算に必要な近似計算法を講述する。											
【到達目標】											
量子力学の基本的な理解をもとに、簡単な問題に対する近似計算ができる程度の知識と考え方を修得する。また、量子論を前提とする固体電子工学などの専門書を読みこなすだけの学力を修得する。											
【授業計画と内容】											
量子力学の復習と補習（1回） 学部で学習した量子力学の復習とこれから学習するための表記法に関する補修を行う。											
近似法（2回） 摂動法、縮退している場合の摂動法、時間に依存する摂動法、変分法について、演習問題を解きながら学習する。ここで学習した近似法がその後の講義内容に関する計算の基礎となる。											
角運動量と合成（2回） 電子準位を理解するために必要な角運動量とその合成を講述する。											
スピン軌道相互作用（1回） 多電子原子の電子準位や固体中の電子準位の詳細を理解するにはスピン軌道相互作用の理解が必須である。ここではスピン軌道相互作用の由来と記述を講述し、定量的な取り扱い方法を説明する。摂動法による計算と対角法による計算を説明する。											
多重項（1回） 多電子原子の電子準位について講述する。特に、微細構造の由来を明らかにし、クーロン相互作用、スピン軌道相互作用によって電子準位が分裂することとその大きさ、分裂数について理解する。また、こうした多電子原子の基底状態に関する経験的なフントの法則について講述する。											
ゼーマン効果（2回） 磁場中の電子準位のシフトあるいはゼーマン分裂について、摂動法による計算で説明する。磁場が弱い場合の異常ゼーマン効果、正常ゼーマン効果、強い場合のパッシェン・バック効果、スピン軌道相互作用の取り扱いについて講述する。											
ハートリー・フォック方程式（2回） 多電子原子の電子準位の計算について、平均場自己無撞着法によるハートリー法、ハートリー・フォック法、ハートリー・フォック・スレーター法について講述する。											
----- 量子論電子工学(2)へ続く -----											

量子論電子工学(2)

分子モデル (2回)

2原子分子の場合における、原子価結合法、分子軌道法について講述し、水素分子イオン、水素分子の電子準位すなわち結合エネルギー、結合距離について説明する。また、分子の結合の種類、混成軌道について講述する。

結晶場と磁性 (2回)

結晶中における原子の電子軌道について、結晶電場から説明する。また、ハイゼンベルグの有効ハミルトニアンを導入し、物質の常磁性と電子相関について概説する。

【履修要件】

量子力学の基本 (シュレーディンガー方程式、1次元ポテンシャル問題、期待値の概念など)

【成績評価の方法・観点】

試験およびレポート

【教科書】

授業中に指示する

岡崎誠著「物質の量子力学」(岩波書店 岩波基礎物理シリーズ)

【参考書等】

(参考書)

授業中に紹介する

J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley Longman)

【授業外学修 (予習・復習) 等】

自主的に演習問題を行って下さい

(その他 (オフィスアワー等))

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

半導体ナノスピントロニクス(2)

[履修要件]

学部レベルの固体物理・量子力学の理解。できれば特殊相対性理論も理解していることが望ましいので、未履修の学生は大学院講義（後期）の電磁気学特論も同時に履修してほしい。

[成績評価の方法・観点]

レポートなど

[教科書]

特に指定せず、板書・配布プリントを用いて講義する。

[参考書等]

（参考書）

井上順一郎・伊藤博介著『スピントロニクス』（共立出版）

宮崎照宣著『スピントロニクス』（日刊工業新聞社）

新庄輝也著『人工格子入門』（内田老鶴園）

朝永振一郎著『スピンはめぐる』（みすず書房）

多々良源著『スピントロニクス理論の基礎』（培風館）

[授業外学修（予習・復習）等]

予習はとくに必要ないが、全般に復習は重要である。トピックに関連する論文（講義中に適宜紹介）の式のフォローを復習としてすすめるほか、計算上のテクニックや背景の物理の理解のための復習も求めたい。

（その他（オフィスアワー等））

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C801 LJ72									
授業科目名 <英訳>		電子装置特論 Charged Particle Beam Apparatus				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 准教授 後藤 康仁			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 後期	曜時限	水4	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
<p>イオンビーム装置の基本技術であるイオン源、イオンビーム形成法、ビーム評価法、イオンビームの輸送、およびイオンビームと固体表面相互作用について講述する。イオンビーム装置を具体的に設計することを念頭に、イオン注入におけるイオンのエネルギーと注入深さの関係について述べたあと、装置を構成する各要素の特性を説明する。</p>											
【到達目標】											
<p>イオンビーム装置の詳細をイオンの発生からその操作方法・評価方法を含めて理解すること。さらには、イオンビーム装置全体の動作を理解すること。</p>											
【授業計画と内容】											
<p>イオンビーム装置とその応用（1回） まず、本講義の全体像について説明する。その後、真空中のイオンの諸性質について特長を述べ、イオンビーム装置とその応用について具体例をあげて説明する。</p>											
<p>イオンビームと固体の相互作用（3回） イオン注入を行なう高エネルギー領域を中心に、イオンと固体の相互作用について述べる。イオンが固体に対してどのようにエネルギーを与えるか、すなわちどのように減速されるかについて述べ、イオンのエネルギーと注入深さの関係について述べる。またスパッタリング現象についても述べる。</p>											
<p>イオンビームの性質（1回） イオンビーム装置を考える上で重要な加速電圧の概念を説明する。また粒子の集団としてのイオンビームの持つ性質について説明する。</p>											
<p>イオンビームの発生と輸送（3回） さまざまな種類のイオンの発生法について述べた後、イオンビーム引き出しにおいて留意する点について述べる。イオンビームの電磁界中における近軸軌道方程式を示し、そこからレンズなどの装置の輸送特性を表現する行列表示に関しても述べる。また、イオンビームの輸送に関わる物理量について説明する。</p>											
<p>質量分離器とエネルギー分析器（4回） イオンビームの中から希望のイオン種を選別するための質量分離器の輸送行列と質量分解能について述べる。また、イオンビームのエネルギー分布を調べる各種エネルギー分析器について説明する。イオンビームの偏向、イオンの検出に関しても述べる。</p>											
<p>真空工学の基礎（1回） 真空工学の基礎について述べ、イオンビーム装置に用いられる真空排気装置について説明する。</p>											
<p>イオンビーム装置の設計（1回） 上記の要素について簡単に復習して理解度を評価した上で、これらの要素を組み合わせる簡単なイ</p>											
-----電子装置特論(2)へ続く-----											

電子装置特論(2)

オンビーム装置の設計を行う。

フィードバック (1回)

【履修要件】

真空電子工学

【成績評価の方法・観点】

試験の成績および授業時の演習を加味して評価する。

【教科書】

後藤康仁「電子装置特論2019年版」(生協にて販売)
テキストは毎年内容が更新されるので、その年度に販売するものを必ず購入してください)

【参考書等】

(参考書)
石川順三『荷電粒子ビーム工学』(コロナ社) ISBN:978-4-339-00734-3

【授業外学修(予習・復習)等】

(予習) テキストは一つの章が1回の講義に対応しているので、予め目を通しておくこと。
(復習) 各講義の最後に簡単な演習を実施する。演習は提出の翌週に返却するので、内容について復習しておくこと。

(その他(オフィスアワー等))

講義の中で毎回簡単な演習を実施します。関数電卓とレポート用紙を持参してください。

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C803 LB72									
授業科目名 <英訳>		量子情報科学 Quantum Information Science				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 竹内 繁樹 工学研究科 准教授 岡本 亮			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	月3	授業 形態	講義	使用 言語	日本語及び英語
【授業の概要・目的】											
量子力学の本質的なふるまいを、直接、情報通信・処理に応用する、量子情報科学について講義する。具体的には、光の波動性と量子性の概念、量子暗号通信および量子計算の諸概念について、実験の現状と併せて論ずる。また、量子通信や量子計測についても概説する。											
【到達目標】											
量子暗号通信や量子コンピュータ、量子計測などの基本的な概念、ならびにそれらに関する実験について理解する。関連分野の論文を読みこなすことができることを目標とする。											
【授業計画と内容】											
量子情報科学基礎（3回） 最初に、講義全体を概説し、その後、量子ビット、量子ゲート、量子もつれ合いなど、基本的な事項について説明する。											
量子コンピュータ（理論）（3回） 量子計算に関して、各種量子アルゴリズムについて論ずる。											
量子コンピュータ（実験）（3回） 量子情報処理は、光子、イオントラップ、核スピンなどさまざまな物理系で研究が進められている。それらの実現方法について説明する。											
量子暗号通信と量子計測（4回） 量子暗号通信や量子計測の基本的な考え方や最近の研究動向について述べる。											
まとめ（2回） 全体をまとめるとともに、時間が許せば、量子情報科学と倫理の問題などを討論する。											
【履修要件】											
量子力学の基礎的な知識があれば望ましい。											
【成績評価の方法・観点】											
出席状況ならびに各テーマに関するレポートにより総合的に評価する。											
【教科書】											
指定しない。											
【参考書等】											
（参考書） Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2000)											
----- 量子情報科学(2)へ続く -----											

量子情報科学(2)

竹内繁樹「量子コンピュータ」(講談社ブルーバックス)(2005)

[授業外学修(予習・復習)等]

学際的な分野の授業ですので、初出の概念や、知らない用語などは、復習時に理解に努めるようにして下さい。

数回課す予定のレポート課題も、積極的に取り組み、かならず提出してください。

(その他(オフィスアワー等))

授業での積極的な参加や発言を歓迎します。使用言語に関しては、履修者の状況や希望を勘案して判断します。

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C810 LJ72									
授業科目名 <英訳>		半導体工学特論 Semiconductor Engineering, Adv.				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	水3	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
[授業の概要・目的]											
半導体材料や半導体デバイスの理解に必要となる，半導体物理学の基礎，応用について講義を行う											
[到達目標]											
【未入力：（先生へ）入力をお願いします。】											
[授業計画と内容]											
<p>固体のバンド理論（2～3回） 固体のエネルギーバンドに関して，ほとんど自由な電子の近似，強結合近似などの計算手法，代表的な半導体のエネルギーバンド構造の特徴などについて説明する．</p> <p>キャリア輸送・散乱機構（3～4回） ボルツマン輸送方程式を用いた電子の輸送解析，電気伝導について概説する．また半導体中におけるキャリアの散乱機構と移動度について説明する．</p> <p>高電界効果（2～3回） 高電界下におけるキャリアのドリフト，接合の絶縁破壊現象について説明する．また，強磁場下における半導体物性についても触れる．</p> <p>半導体の欠陥（1～2回） 半導体結晶中の欠陥（拡張欠陥，点欠陥）について，結晶学的，電子的な性質を中心に説明する．</p> <p>絶縁膜/半導体界面（2～3回） 金属/絶縁膜/半導体(MIS, MOS)界面の電子物性や界面欠陥について説明する．</p>											
[履修要件]											
学部レベルの半導体工学，量子力学の基礎											
[成績評価の方法・観点]											
定期試験により評価する．											
[教科書]											
板書，配布プリントを中心に講義する．											
[参考書等]											
（参考書） 御子柴宣夫 『半導体の物理[改訂版]』（培風館） S. M. Sze) 『Physics of Semiconductor Devices』（Wiley Interscience）											
----- 半導体工学特論(2)へ続く -----											

半導体工学特論(2)

P.Y.Yu and M. Cardona 『 Fundamentals of Semiconductors 』 (Springer)

【授業外学修（予習・復習）等】

必要に応じて指示する

（その他（オフィスアワー等））

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C813 LJ72									
授業科目名 <英訳>		電子材料学特論 Electronic Materials, Adv.				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 後期	曜時限	木2	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
<p>主要な半導体材料の基礎物性やデバイス物理について、その基礎と最近の進展を概説する。</p>											
【到達目標】											
<p>先端電子材料の基礎物性について理解を深めると共に、材料物性、デバイス特性と関連する物理現象を習得する。</p>											
【授業計画と内容】											
<p>Si半導体（3～4回） 代表的な半導体材料であるSiのバルク成長プロセスとこれに起因する材料物性について述べる。半導体結晶における欠陥の分類と性質、不純物ゲッタリングやSOI(Silicon on Insulator)についても概説する。</p> <p>先端CMOSデバイスと材料（2～3回） 現在のLSIの中核を構成する微細CMOSデバイスの基本構造と性能向上の工夫を説明する。Siを中心としたCMOSデバイスへの新材料の導入についても紹介する。</p> <p>高周波デバイスと材料（2～3回） 高周波用途に適した半導体デバイス構造と動作原理を紹介した後、用いられる半導体材料の特徴と課題について概説する。</p> <p>電力用パワーデバイスと材料（2～3回） 電力変換用途に適した半導体デバイス構造と動作原理を紹介した後、用いられる半導体材料の特徴と課題について概説する。</p>											
【履修要件】											
<p>固体物理の基礎、半導体工学</p>											
【成績評価の方法・観点】											
<p>各トピック毎に課されるレポートにより評価する。講義の出席状況も加味する。</p>											
【教科書】											
<p>なし</p>											
【参考書等】											
<p>（参考書） なし</p>											
【授業外学修（予習・復習）等】											
<p>必要に応じて指示する</p>											
（その他（オフィスアワー等））											
<p>オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。</p>											

分子エレクトロニクス (2)

【履修要件】

電子物性，固体物理に関する基礎知識があればよい。

【成績評価の方法・観点】

4 回程度のレポートにより評価する。

【教科書】

ノート講義スタイルとする．また適宜資料を配布する．

【参考書等】

（参考書）
授業中に紹介する

【授業外学修（予習・復習）等】

配布資料ならびにノートを整理し、各自で講義内容を復習すること。

（その他（オフィスアワー等））

当該年度の授業回数に応じて一部を省略することがある。また授業順序についても適宜変更することがある。
隔年開講科目。

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C819 LB72									
授業科目名 <英訳>		表面電子物性工学 Surface Electronic Properties				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 山田 啓文 工学研究科 准教授 小林 圭			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	火5	授業 形態	講義	使用 言語	日本語及び英語
【授業の概要・目的】											
表面及び界面に固有な電氣的・光学的性質を理解するために、その起源となる表面の構造、電子状態を微視的立場から説明する。表面・界面の微視的構造におけるいわゆるメゾスコピック系の量子現象についても講述する。											
【到達目標】											
3次元バルク材料の2次元境界としての「表面」が有するさまざまな機能・物性を、その微視的構造・性質から理解し、表面と電子材料の関りについて学習することを目的とする。											
【授業計画と内容】											
<p>表面研究の背景（2回） 表面研究の発展，特に近年の半導体素子開発と表面科学の関わりについて講述するとともに，ナノスケール領域における表面の重要性について説明する．さらに，表面の定義，表面を特徴付ける物理現象について説明する．</p> <p>表面の空間構造と電子構造（3回） 表面の空間構造，すなわち2次元ブラベー格子，表面再構成構造および表面2次構造について解説する．さらに，表面の基本電子構造を，強結合近似をもとにして理解するとともに，表面再構成と電子状態の変化の概要について講述する．</p> <p>多原子・多電子系の電子状態（4回） 表面再構成と表面電子状態との関係をより詳細に理解するために，多原子・多電子系の電子状態の近似表現（Huckel法など）について講述し，さらに電子軌道の混合と混成について，説明することで，表面構造変化と電子状態の関係を理解することを目指す．</p> <p>表面再構成における電子状態（2回） SiやGaAsなどの半導体再構成表面における電子構造について説明し，2量体化，電子移動表面軌道頂角変化などによる表面状態安定化について理解する．</p> <p>メゾスコピック現象と低次元電子材料（3回） 表面などの低次元系は特異な電子物性を示し，単電子トンネリングや量子化コンダクタンスなどメゾスコピック系の物理現象とも密接な関わりをもっている．こうしたメゾスコピック現象が見られるカーボンナノチューブやグラフェンなど，最近注目されている低次元材料について説明する，</p> <p>学習到達度の確認（1回） 学習到達度を確認する</p>											
----- 表面電子物性工学(2)へ続く -----											

表面電子物性工学(2)

【履修要件】

電子物性，固体物理に関する基礎知識があればよい。

【成績評価の方法・観点】

4 回程度のレポートにより評価する。

【教科書】

ノート講義スタイルとする。また適宜資料を配布する。

【参考書等】

（参考書）

小間篤ほか編著 『表面科学入門』（丸善）
塚田捷 『表面物理入門』（東京大学出版会）
その他講義中に適宜紹介する。

【授業外学修（予習・復習）等】

配布資料ならびにノートを整理し、各自で講義内容を復習すること。

（その他（オフィスアワー等））

当該年度の授業回数に応じて一部を省略することがある。また授業順序についても適宜変更することがある。

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

光物性工学(2)

(関連URL)

(なし)

[授業外学修（予習・復習）等]

必要に応じて指示する

(その他（オフィスアワー等）)

なし

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

光量子デバイス工学(2)

【成績評価の方法・観点】

レポートにより評価する。

【教科書】

ノート講義スタイルとする。適宜、参考資料を配布して講義する。

【参考書等】

（参考書）

Murray Sargent III, Marlan O. Scully, Willis E. Lamb, Jr. 『Laser Physics』（ABP）

【授業外学修（予習・復習）等】

特になし。

（その他（オフィスアワー等））

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5C830 LB72									
授業科目名 <英訳>		量子計測工学 Quantum measurement				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 准教授 杉山 和彦			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 後期	曜時限	月4	授業 形態	講義	使用 言語	日本語及び英語
[授業の概要・目的]											
量子現象を利用した精密計測技術の例として, 現在もっとも小さな不確かさが得られる計測技術である周波数標準を取り上げ, その原理, 評価方法などについて説明する.											
[到達目標]											
精密計測の世界が, 物理学を基礎として最先端の技術を結集して成り立っていることを理解する.											
[授業計画と内容]											
<p>イントロ, 時間計測の原理 (1回) 再現性の公理と動力学モデルによる時間計測</p> <p>原子周波数標準の基礎 (2.5回) 原子の準位とそのエネルギーシフト, 高分解能分光法と高感度検出法</p> <p>セシウム原子周波数標準と原子干渉計 (2.5回) ラムゼー共鳴法の原理, 原子干渉計としての解釈</p> <p>周波数標準の性能: 評価尺度と理論限界 (2回) アラン分散による周波数安定度評価の原理, 周波数安定度の理論限界</p> <p>雑音について (2回) 非干渉性信号の扱い方, 多くの測定で理想的な雑音レベルとされるショット雑音の大きさ</p> <p>時間と相対性原理 (3回) 特殊相対論と一般相対論が時間計測に与える影響</p> <p>その他 (1回) 時間があれば, メーザーやレーザーの周波数雑音についてなど</p> <p>学習到達度の評価 (1回)</p>											
[履修要件]											
物理学(特に量子力学)と電気回路(線形システムを含む)の基礎. 電気電子工学科卒業のレベルであれば十分です.											
[成績評価の方法・観点]											
レポート (初回と講義終了時, 計 2 回)											
----- 量子計測工学(2)へ続く -----											

量子計測工学(2)

[教科書]

必要に応じてプリントを配布します.

[参考書等]

(参考書)

C. Audoin and B. Guinot 『The Measurement of Time』 (Cambridge University Press) ISBN:0521003970
(このテーマとしてよい本です. 興味を持った人には購入をお勧めします.)

北野正雄 『電子回路の基礎』 (レイメイ社) (学部講義「電子回路」の教科書. 雑音について講義
するときに持参すること.)

(関連URL)

(<https://www.kogaku.kyoto-u.ac.jp/lecturenotes/> (2014年に廃止された. PandAへ移行を検討中.))

[授業外学修 (予習・復習) 等]

講義で分からないことがあったら, 予習・復習をお願いします.

(その他 (オフィスアワー等))

居室(A1-124号室)

オフィスアワーの詳細については, KULASISで確認してください。

電気伝導(2)

【履修要件】

電磁気学、統計物理学、物性デバイス基礎論を受講しておくことが望ましい。

【成績評価の方法・観点】

試験およびレポート

【教科書】

C. Kittel 『Introduction to Solid State Physics, 8th ed』 (Wiley)
キッテル 『固体物理学入門 第8版 上下』 (丸善)

【参考書等】

(参考書)
田沼静一 『電子伝導の物理』 (裳華房)
阿部龍蔵 『電気伝導』 (培風館)
Ashcroft-Mermin 『Solid State Physics』
鈴木実 『固体物性と電気伝導』 (森北出版)

(関連URL)

(設置の際は、講義で告知する予定。)

【授業外学修(予習・復習)等】

授業に臨むまでに、当該部分の予習をしておくことが好ましい。

(その他(オフィスアワー等))

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		G-ENG11 5X001 LJ72 G-ENG10 5X001 LJ72									
授業科目名 <英訳>		融合光・電子科学の展望 Prospects of Interdisciplinary Photonics and Electronics				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 藤田 静雄			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	金2	授業 形態	講義	使用 言語	日本語及び英語
[授業の概要・目的]											
光・電子科学に関わる融合領域において、既存の物理限界を超える概念や新機能創出を目指す学術分野が構築されつつある。究極的な光子制御、極限的な電子制御やイオン制御、ナノ材料の創成と計測、集積システムの設計と解析、高密度エネルギーシステムなどの先端分野の基礎概念を関連する教員が講述する。											
[到達目標]											
研究の第一線で活躍される教員の生の声を聴いて、光・電子科学の現状と展望について理解を深めると共に、研究の魅力や面白さを習得する。											
[授業計画と内容]											
講義の習熟度を適宜量りながら、12名以上の教員による融合光・電子科学分野に関するリレー講義を行う。											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
各講義の出欠状況ならびにレポート採点によって評価を行う。											
[教科書]											
未定											
[参考書等]											
(参考書)											
[授業外学修(予習・復習)等]											
必要に応じて指示する											
(その他(オフィスアワー等))											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

科目ナンバリング		G-ENG11 5C846 PJ72									
授業科目名 <英訳>		電子工学特別研修 1 (インターン) Advanced Seminar in Electronic Science and Engineering I				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	木3,4,金3,4	授業 形態	実習	使用 言語	日本語
[授業の概要・目的]											
電子工学分野における最先端の研究テーマをそれぞれ一つ選択して、初歩的な実習を行う。											
[到達目標]											
電子工学分野における最先端の研究テーマをそれぞれ一つ選択して、その実習を行うとともに、研究テーマの理解を深める。											
[授業計画と内容]											
電子工学実習（6回） 電子工学分野における最先端の研究テーマの実習を行う。											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
研究テーマに対する理解度・実習の実施状況に基づき、総合的に評価する。											
[教科書]											
未定											
[参考書等]											
（参考書）											
[授業外学修（予習・復習）等]											
必要に応じて指示する											
（その他（オフィスアワー等））											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

科目ナンバリング		G-ENG11 5C848 PJ72									
授業科目名 <英訳>		電子工学特別研修 2 (インターン) Advanced Seminar in Electronic Science and Engineering II				担当者所属・ 職名・氏名		工学研究科 教授 木本 恒暢			
配当 学年	修士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	木3,4,金3,4	授業 形態	実習	使用 言語	日本語
[授業の概要・目的]											
電子工学分野における最先端の研究テーマをそれぞれ一つ選択して、初歩的な実習を行う											
[到達目標]											
電子工学分野における最先端の研究テーマをそれぞれ一つ選択して、その実習を行うとともに、研究テーマの理解を深める。											
[授業計画と内容]											
電子工学実習（6回） 電子工学分野における最先端の研究テーマの実習を行う。											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
研究テーマに対する理解度・実習の実施状況に基づき、総合的に評価する。											
[教科書]											
未定											
[参考書等]											
（参考書）											
[授業外学修（予習・復習）等]											
必要に応じて指示する											
（その他（オフィスアワー等））											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

科目ナンバリング		G-INF06 53631 LJ72 G-INF06 53631 LJ11									
授業科目名 <英訳>		集積回路工学特論 Integrated Circuits Engineering, Adv.				担当者所属・ 職名・氏名		情報学研究科 教授 小野寺 秀俊			
配当 学年	1回生以上	単位数	2	開講年度・ 開講期	2019・ 前期	曜時限	水4	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
授業種別		専攻基礎科目									
【授業の概要・目的】											
<p>集積回路はエレクトロニクスシステムの高機能化・高信頼性化・低価格化を担うキーデバイスである。集積回路製造技術の着実な進歩により、集積可能な回路規模は等比級数的に増大している。集積回路は1958年の誕生以来、エレクトロニクス分野に革命を起こしただけでなく、社会にも大きな影響を与えている。本講義では、このような集積回路の設計技術について、特に論理設計以降の設計工程を中心に講述する。</p> <p>具体的には、集積回路設計技術の現状と技術動向、CMOSプロセス技術、CMOSレイアウト設計、MOSデバイス特性、CMOSスタティックゲート、CMOSダイナミックゲート、LSI設計法、FPGAについて講義する。本講義は、エレクトロニクスシステムの中核となる集積回路の概要とその設計技術を学修することを目的とする。</p> <p>An integrated circuit is a key device that enables functionality enhancement, performance increase, and cost reduction of an electronic system. Steady progress in fabrication technology leads to exponential increase in integration scale. Since the birth of 1958, integrated circuits have been revolutionalized not only electronics but also society at large. This course focuses on the design methodology of a large-scale integrated circuit (LSI), with particular emphasis on logical and physical design process. Topics covered by the course include the current status and future directions regarding LSI design technology, CMOS process technology, CMOS layout design, CMOS device characteristics, CMOS static gates, CMOS dynamic gates, and LSI design methodology. The purpose of this lecture is to acquire basic knowledge on the overview and design technology of integrated circuits that form the basis of future electronics systems.</p>											
【到達目標】											
<p>本講義の学修により、集積回路の設計フローを理解し、簡単なデジタル回路に対して論理設計、回路設計、レイアウト設計が行える程度の知識を修得することができる。</p> <p>By learning this lecture, you can obtain basic knowledge on a design method of integrated circuits such that you can complete logic, circuit and layout design for a simple digital circuit.</p>											
【授業計画と内容】											
<p>以下の各項目について講述する。受講者の理解の状況を見極め、必要な場合には説明や課題を追加するなどにより、各項目あたり2-3週を充てる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 集積回路設計技術の現状と技術動向: 最先端の集積回路を例にとり、集積回路の現状を説明する。集積回路の発展の経過を述べ、技術動向を検討する。 2. CMOSプロセス技術: CMOSを用いた集積回路の製造プロセスについて説明する。各製造工程で、どのようなフォトマスクが必要になるかを述べる。 3. MOSデバイス特性: 微細構造を持つMOSFETの動作特性を説明する。抵抗素子、容量素子の実現 											
集積回路工学特論(2)へ続く											

集積回路工学特論(2)

法を示す。微細化により配線性能が低下する問題と、その克服法について述べる。

4. CMOSスタティックゲート・ダイナミックゲート: 論理ゲートの回路構造として、CMOS相補型スタティックゲートとダイナミックゲートを取り上げ、動作原理や動作特性について説明する。更に、動作特性の解析法や設計法を示す。

5. LSI設計法: 大規模な集積回路の設計法として、同期式設計について説明する。同期式設計におけるタイミング設計技術やクロッキング技術を講述する。低消費電力化設計技術について説明する。

6. FPGA: ユーザーの手元でカスタム化が可能なLSIとして、FPGAが利用されるようになってきた。FPGAの原理や設計法、その応用について説明する。

Following topics will be covered. By assessing the understanding of the students and adding explanations and tasks when necessary, we will spend 2-3 weeks for each topic.

1. Current status and future directions of Integrated Circuit Technology: The current status of integrated circuit development will be explained. Brief history and future directions of integrated circuit technology will be covered.

2. CMOS Process Technology: Fabrication process of CMOS will be explained with particular emphasis on photo-masks required for lithography.

3. MOS Devices: Structure and performance characteristics of MOSFET, capacitor and resistor will be explained. Performance degradation of scaled interconnect will be discussed with possible solutions.

4. CMOS Static and Dynamic Gates: CMOS complementally static gates and dynamic gates will be presented with performance analysis and design methods.

5. LSI Design Methodology: Synchronous design method will be explained. Timing analysis and clocking techniques will be discussed. Low power design methodology will be explained.

6. FPGA: Field programmable gate array and its application will be explained.

【履修要件】

電子回路、デジタル回路、論理回路に関する基礎知識を有すること。

Basic knowledge on electronic circuits, digital circuits, logic circuits

【成績評価の方法・観点】

本講義の到達目標は、集積回路の設計フローを理解し、簡単なデジタル回路に対して論理設計、回路設計、レイアウト設計が行える程度の知識を修得することである。

到達目標の達成度を、授業期間中に適宜実施するレポート試験によって評価する。

レポート試験は全問を解き全回提出を必須とする。

レポート課題に対する考察内容のレベルや妥当性により評点を決める。

The target of this lecture is to obtain basic knowledge on a design method of integrated circuits such that you can complete logic, circuit and layout design for a simple digital circuit.

The level of achievement will be examined by several reports assigned during lectures. All reports discussing all problems are mandatory.

The grade will be reflected by the level and the validity of the discussions in the reports.

集積回路工学特論(3)

[教科書]

講義資料を適宜配布する

Hand-outs will be provided.

[参考書等]

(参考書)

Neil H.E. Weste and David Harris 『CMOS VLSI Design, 4th Ed.』 (Addison-Wesley)

Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic 『Digital Integrated Circuits, 2nd Ed.』 (Prentice Hall)

[授業外学修 (予習・復習) 等]

レポート試験の中には、小規模回路の設計課題が含まれる。特性評価には回路シミュレータ (SPICE)が必要になる。SPICEの入手方法を説明するので、各自で使用環境を整えること。回路シミュレータの使い方については、概要のみ授業中に説明する。詳細な利用法は各自で自習すること。

Reports include design and analysis of small circuits. A simulation program (SPICE) is required for performance analysis. Instructions for obtaining SPICE are given and students need to install SPICE by themselves. The usage of the circuit simulator is outlined only in the lecture. Complete usage should be studied by yourself.

(その他 (オフィスアワー等))

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。