

4451.601 재료구조론 3-3-0

Theories of Structure of Materials

본 과목은 대학원 수준의 결정구조와 결정학을 강의한다. 강의는 크게 세 개의 부분으로 나누어지는데, 첫째 부분은 금속결정구조 및 이온결합과 공유 결합에 의하여 형성되는 결정구조에 대하여 학습한다. 아울러, 결정결함, 예를 들면, 전위의 구조, twin 구조, 결정입계의 구조, 표면구조 등을 강의한다. 두 번째 부분에서는 결정학의 기본이 되는 대칭성과 점그룹, 공간그룹의 유도 등에 대하여 배운다. 마지막 부분에서는 결정회절 이론과 x-ray, 전자회절, neutron beam 회절 등에 대하여 배우며 또한 LEED본 과목은 대학원 수준의 결정구조와 결정학을 강의한다. 강의는 크게 세 개의 부분으로 나누어지는데, 첫째 부분은 금속결정구조 및 이온결합과 공유 결합에 의하여 형성되는 결정구조에 대하여 학습한다. 아울러, 결정결함, 예를 들면, 전위의 구조, twin 구조, 결정입계의 구조, 표면구조 등을 강의한다. 두 번째 부분에서는 결정학의 기본이 되는 대칭성과 점그룹, 공간그룹의 유도 등에 대하여 배운다. 마지막 부분에서는 결정회절 이론과 x-ray, 전자회절, neutron beam 회절 등에 대하여 배우며 또한 LEED등을 이용한 표면 원자들의 구조 분석을 공부한다.

This course teaches the crystal structure and crystallography and is divided into three sections. The first section is on the crystal structure and describes how the simple metallic and complicate structures like ionic and covalent bonded structures are formed. The details of atomic structure of defects such as dislocations, twins, grain boundaries, and surface will be examined. The second section is the crystallography. After the introduction of symmetry, the seven crystal systems, 14 Bravais lattice, and 230 space groups will be derived. Final section is the analysis of diffraction pattern. In this section, the basics of diffraction phenomena will be explained and the analysis of crystal structure by using x-ray, electron beam, and neutron beam will be studied. The analysis of crystal structure of the surface by using LEED (low energy electron diffraction) will be introduced.

4451.602 하이브리드 재료 열역학 3-3-0

Hybrid Material Thermodynamics

본 과정에서는 열역학의 법칙에 대한 이해와 준안정/평형 재료에의 실제 응용에 필요한 탐구가 진행된다. 또한 재료에서 발생하는 화학적 반응, 계면, 그리고 전자, 포톤, 포논, 결함과 같은 물질의 특성과 재료의 성질간의 상관성에 대하여 배운다. 특히, 컴퓨터 모델링과 통계 열역학을 이용하여 혼합물의 상평형과 그들의 미시적, 거시적 특성 사이의 관련성이 소개될 것이다.

This course explores the laws of thermodynamics, and their applications to metastable/equilibrium materials and the related properties. General phenomena in materials science and hybrid materials are studied, including chemical reactions, interfaces, and electron/photon/phonon/defect correlations. Applications to phase stability and properties of mixtures are covered, with computational modeling and statistical thermodynamics. The relations between nanoscale and macroscopic properties will be also introduced.

4451.603 재료반응속도론 3-3-0

Kinetic Process in Materials

이 과목은 재료계에서 일어나는 여러 반응의 속도에 관한 정량적인 아이디어를 제공하기 위한 것이다. 재료계에서 일어나는 반응은 표면 혹은 계면에서 일어나는 의사화학반응과 벌크를 통한 확산반응에 의하여 지배된다. 따라서 본 과목에서는 기본 바탕으로서 (i) 확산방정식의 수학적 풀이, (ii) 확산의 원자론, (iii) 화학반응속도론, (iv) 선형비가역열역학을 공부한 후, 이를 응용하여 (v) 농도물매하에서의 금속결합화합물에서의 상호확산, (vi) 이온결합화합물에서의 화학확산, (vii) 확산속도 상변태, (viii) 고체/기체간 반응, (ix) 고체/고체간 반응 등을 다룬다.

This course is to provide beginning graduate students with the basic, quantitative ideas on kinetic processes in materials in general. The overall reaction taking place in materials is usually a consecutive process of surface or interface reaction and diffusion in the bulk. Mathematics of diffusion in continuum is first dealt with in some depth, followed by the atomic theory of diffusion, chemical reaction kinetics and linear irreversible thermodynamics. This course will explore diffusion in concentration gradients, inter-diffusion in metals and ambipolar diffusion in ionic solids, diffusion-controlled phase-transformations, gas/solid reactions, solid/solid reactions, and etc.

4451.604 통계역학 3-3-0

Statistical Mechanics

나노기술의 발전과 더불어 재료의 공정기술이 다루는 물질의 크기가 점점 작아지면서, 공정의 결과의 해석에 있어서도 원자 또는 분자의 통계적인 분포가 공정에 미치는 영향에 대하여 숙고하지 않을 수 없다. 이러한 주제를 다루기 위해서는 재료의 열역학적인 면에서 보다는 상변태적인 면에서 접근이 되어야 하는데 이러한 과제를 통계적인 입장에서 해석하는 것이 본 과목의 요지이다. 즉, 통계역학은 원자 또는 분자들의 거동으로부터, macroscopic한 계에서 일어나는 현상을 이해하는 것을 중점적으로 강의한다.

As the processing technology of materials become smaller and smaller, rightfully with the emergence of nanotechnology, the results of the processing should be understood with the statistical distribution of behaving atoms and molecules. Since most of these processing results are based on kinetics, rather than thermodynamics, the subject of "Statistical Mechanics" should be taught in the graduate class of "Materials Science and Engineering" in conjunction with "Statistical Thermodynamics". "Statistical Mechanics" deal with macroscopic systems from a microscopic molecular point of view. The goal of this class is the understanding and prediction of macroscopic phenomena and the calculation of macroscopic properties from the properties of the individual molecules making up the system.

4451.605 계면구조분석 4-4-0

Interfacial Structure Analysis

여러 전기, 광학, 기계, 생체 재료 시스템에서 유사하거나 서로 다른 소재 간의 계면은 각 시스템의 최적 성능을 위하여 매

학점구조는 "학점수-주당 강의시간-주당 실습시간"을 표시한다. 한 학기는 15주로 구성됨. (The first number means "credits"; the second number means "lecture hours" per week; and the final number means "laboratory hours" per week. 15 weeks make one semester.)

우 중요하다. 한편 여러 계면의 이동 현상 역시 여러 계면의 구조적 상관관계에 의하여 크게 영향을 받는다. 따라서 이 강의에서는 여러 금속, 세라믹, 폴리머 시스템에서 나타나는 계면의 여러 성질을 분석할 수 있는 원리와 최신 기술을 소개한다. 여기에는 주로 투과 또는 주사 전자 현미경이 다루어진다. 최근에 많이 개발된 여러 주사형 탐침 현미경의 원리와 이를 이용한 분석 기법들도 강의 된다. 이들 분석 방법을 이용한 몇몇 중요한 응용 예를 통하여 이들 방법의 중요성과 응용성을 보여준다.

The structural, chemical, and electronic properties of interfaces and boundaries between different materials or similar materials are of the prime importance for their optimized performance in many electrical, optical, mechanical, bio- chemical systems. The transport properties of many interfaces are closely related to the structural correlations between the different materials. In this course, therefore, the fundamental principles and advanced methods for observing the interface and boundary structures in many metal, ceramics, and polymer, and more importantly their composite structures are treated. The primary tool for these observations is the electron microscopy in both the transmission and scanning modes. Recently, the various scanning probe type microscopes are greatly improved so that they are also dealt with. Several practical application results of these techniques to some specific devices or materials will be shown.

4451.606 합성과 공정 6-6-0

Synthesis and Processing

본 강의는 재료의 합성과 공정에 관한 기본 원리와 기술을 소개한다. 결정구조, 표면, 열역학, kinetics, 콜로이드 분산 및 안정성, 고체물리의 기초 지식을 정리하고, 분말, 박막, 하이브리드 재료 합성에 사용되는 다양한 액상법과 기상법을 배운다. 또한 전기적, 광학적, 자기적, 바이오, 에너지 분야에 응용되는 첨단 공정을 소개한다.

The purpose of this lecture is to introduce the scientific principles and technologies involved in the materials synthesis and processing. The basics of crystal structure, surface, thermodynamics, kinetic, colloidal stability, and solid state physics will be reviewed. Then, the various wet chemical methods such as sol-gel and vapor phase technologies such as CVD to produce powders, thin films, and hybrid materials will be introduced. This course also provides the several new processing technologies to fabricate the devices for electrical, optical, magnetic, bio, and energy applications.

4451.607 계면현상의 반도체 소자 응용

Application of Interface Phenomena to Semiconductor Devices

여러 메모리 및 로직 반도체 소자가 수십 나노미터 크기로 작아짐에 따라 계면 현상은 매우 중요하게 되었다. 특히 기존의 반도체소자와는 달리 새로운 재료의 기능을 이용하는 신 반도체소자들이 개발됨에 따라 이들 소자의 동작원리와 집적화 방법론을 이해함과 더불어 극소 크기에서 나타나는 물리, 화학적인 현상의 이해가 필요하게 되었다. 따라서 본 강의에서는 DRAM, SRAM, NAND, NOR와 같은 기존의 메모리 반도체 소자의 동작 원리, 집적화 원리를 먼저 이해하고 이들 소자의 크기가 작아짐에 따라 발생하는 문제들을 재료적인 측면에서 강

의 한다. 또한 최근 발전하고 있는 new memory 소자인 FeRAM, PDRAM, MRAM, ReRAM 등에 대한 기본적인 이해와 재료적 측면의 특성을 강의 한다. 특히 이들 소자의 극소형화 및 집적화에 따른 각 재료간의 계면현상의 중요성을 중점적으로 공부 한다. Logic 소자의 핵심인 MOSFET에서의 여러 계면 성질이 소자의 성능에 미치는 영향에 대해서도 공부한다.

Interface phenomena are crucial for various semiconductor memory and logic devices. The understanding of the operation principle, device structure and integration scheme of the various semiconductor devices is the prerequisite to utilize the newly developed or found materials' functionality. Therefore, in this course, the advanced understandings on semiconductor memory and logic devices and materials are offered. It will review the device integration principles, scaling rules, and current status of the technologies and problems. Fundamentals of logic devices and operations principles will be elucidated. The problems related to the scaling of the devices will be studied. Operation principles and scaling problems of DRAM, SRAM, NAND and NOR type flash memory devices will be discussed. New memory devices, such as FeRAM, MRAM, PDRAM and other resistive switching memory devices will also be reviewed. The basic operation principles and ultimate limitations of these new devices will be discussed and finally nanoelectronics concepts that may ultimately replace current microelectronics will be introduced.

4451.608 재료의 전기 광학적 성질 3-3-0

Electrical and Optical Properties of Materials

고체 상태의 재료 및 유기 화합물의 전기 광학적 성질을 이해하기 위해 필요한 근본적인 개념과 원리를 집중적으로 다룬다. 연구 대상은 금속과 반도체, 절연체, 압전성 물질, 강유전체, 자기체, 초전도체, 탄소 나노튜브, DNA, 광합성 및 산화 환원 단백질 등의 다양한 재료이다. 각 주제는 관심 현상의 본질을 드러내고 설명할 수 있는 first-principle 모델을 이용하여 연구할 것이다. 이 과정은 관련된 메커니즘에 대해 신속하게 직관적 이해를 할 수 있도록 훈련하고, 창의적 응용의 탐색에 필요한 시공간적 여유를 주기 위하여 수학은 최소한으로 사용할 것이다.

Fundamental ideas and basic principles relevant to the understanding of the electrical and optical properties of solid-state materials and biomolecules are emphasized. We will study a variety of materials, including metals, semiconductors, dielectric materials, piezoelectric materials, ferroelectric materials, magnetic materials, superconductors, carbon nanotubes, DNA, and photosynthesis and redox proteins. Each of these topics will be approached with a first-principles model that can reveal and describe the essences of the phenomenon of interest. The mathematics will be kept deliberately to a minimum, so as to facilitate a faster development of an intuitive understanding of the underlying mechanisms and to leave the room and time for exploration of creative applications.

4451.609 바이오 포토닉스 3-3-0

Bio-photonics

이 강좌는 빛과 생체 물질 사이의 상호 작용을 다룬다. 중요한 주제들은 광생물학, 생체 측정, 생체 이미징, 광활성화 생화학 과정 그리고 생명 의학에서 레이저, 광학 및 나노 기술의 응용 등이다.

This course deals with interactions between light and biological matter. It discusses topics like photobiology, biosensing, bioimaging, light activated biochemical processes, and the applications of lasers, photonics, and nanotechnology in bio-medical regimes.

**4451.610 나노 소재의 생체용 임플란트 응용 3-3-0**

**Nanostructured Materials for Biomedical Implant**

이 과목은 임플란트용 소재를 중심으로 생체재료의 응용에 관한 내용을 강의한다. 임플란트 소재는 우수한 생체적합성뿐만 아니라 높은 기계적 특성을 가지고 있어야 한다. 세라믹과 금속 재료의 기계적 특성을 향상시키기 위해 다양한 나노 기술들이 개발 응용되고 있는데, 특히, 나노 테크닉을 응용하여 제조된 하이브리드 소재는 임플란트 소재로서의 장점을 모두 가지고 있다. 현재는 생체적합성이 우수한 재료로 강도가 높은 재료를 코팅하는 방법이 널리 응용되고 있다. 나노 기공으로 이루어진 코팅층이나 유-무기 복합 코팅층을 형성시키면 여기에 성장인자나 약물을 함유시킬 수 있으므로 생체적합성이 우수할 뿐만 아니라 치료와 재생기능을 가진 임플란트를 만들 수 있게 된다. 따라서 이 과목은 이러한 내용을 소개하고 보다 나은 생체재료의 설계와 응용에 관한 기초를 제공한다.

This course introduces application of biomedical materials, mainly covering biomedical implants. Materials for biomedical implants should have good mechanical properties as well as excellent biocompatibility. A variety of nanotechnologies are being developed to enhance the mechanical properties of ceramics and metals. Biocompatibility of the implant materials are also improved by hybridizing materials using those nanotechnologies. Another plausible approach to generate excellent biomedical materials is to coat with other materials with high biocompatibility. Especially, by impregnating growth factors or drugs in the nano-porous coating layer generated through hybridization of organic and inorganic materials, we can fabricate implants with healing and regenerating capability. Accordingly, this course provides the foundation of design and application of advanced biomedical materials.

**4451.611 에너지 변환 및 저장용 하이브리드 재료 3-3-0**

**Hybrid Materials for Energy Conversion and Storage**

이 과목은 금속, 반도체, 무기재료, 유기분자, 고분자재료 및 그들의 하이브리드 재료계 내에서 일어나는 전기화학적 반응 및 변화의 기본 원리와 이를 측정 혹은 이용할 수 있는 실험방법에 대한 지식을 제공한다. 또한 이런 기초지식에 기반한 태양 전지, 연료전지, 전기광화학, 센서 및 반도체 전기화학으로의 응용에 대한 구체적인 방법론과 현황 그리고 향후 전망에 대해 논의한다.

This course provides knowledge about the basic principles of the electrochemical responses and changes in metal, semiconductors, inorganic materials, organic molecules, macromolecule materials and their hybrid materials, and the experimental procedures using the

principles. On the basis of these knowledges, the methodologies, present and future conditions of applying the solar batteries, fuel cells, electric photochemistry, sensors, and semiconductor electrochemistry will be discussed.

**4451.612 에너지 나노 재료 및 소자 3-3-0**

**Nanomaterials and Devices for Energy**

본 과정에서는 나노 구조 물질의 합성에 대한 기본적인 이해와, 에너지 변환과 저장을 위한 유기물-무기물의 하이브리드 기술의 방법론을 학습하게 된다. 이를 바탕으로 배터리, 태양 전지, 연료 전지, 백색 발광 다이오드에 관한 원리와 사용되는 물질, 그리고 제작 방법들이 소개될 것이다.

This course provides the understanding of the synthesis mechanism of nanostructured materials and exploits the synthesis methodology of organic-inorganic hybrid technologies for energy conversion and storage devices. The principles, materials, and device fabrications in battery, solar cell, fuel cell, and white LED will be discussed in this lecture.

**4451.613 나노 재료의 공정 및 기계적 성질 3-3-0**

**Processing and Mechanical Properties of Nanomaterials**

본 과정은 나노 구조 재료의 속성과 응용뿐만 아니라, 나노 재료와 나노 섬유 기술의 다양한 합성 방법에 대한 깊은 이해를 돕는다. 본 과정에서 다루는 나노 재료에는 1차원 나노 튜브, 나노 로드, 나노 선, 나노 섬유, 2차원 박막, 나노 기공 재료, 나노 복합체 등이 있다. 또한 본 과정은 사진식각과 자기 조립과 같은 나노 제작 기술을 소개한다. 특히, 강한 플라스틱 변형으로 인해 생성되는 대량의 나노 재료 연구에 집중할 것이다. 또한 심화 학습으로서 나노 구조 재료와 유기체, 즉 조골세포와 결합 조직 형성 세포, 박테리아 등의 상호작용을 연구할 것이다.

This unit aims to develop in-depth understanding of the various methods of synthesis of nanomaterials and nanofabrication techniques, as well as of properties and applications of nanostructured materials. The nanomaterials include one-dimensional nanotubes, nanorods, nanowires and nanofibres, two-dimensional thin films, nanoporous materials and nanocomposites. Nanofabrication techniques such as lithography and self-assembly will be introduced. Special emphasis will be placed on bulk nanomaterials produced by severe plastic deformation. A further focus will be on interaction of nanostructured materials with living matter, including osteoblast and fibroblast cells and bacteria. Case studies in nanomaterials and possible applications in biomedical implants and miniaturized devices will be presented.

**4451.614 유기반도체의 전기 광학적 성질 3-3-0**

**Electrical and Optical Properties of Organic Semiconductors**

분자의 전자구조의 이해에서 출발하여 전기적 광학적 성질에 대하여 심도 깊게 다룬다. 여기에는 들뜬상태의 생성과 소멸, 금속/유기물 및 유기물/유기물 계면, 전하의 주입과 이동, 전자와 정공의 재결합 등이 포함되며 전기발광다이오드, 트랜지스

터, 태양전지 등 소자물리와 최근의 연구동향에 대하여 소개한다.

Starting from the understanding of the electronic structure of conjugated molecules and molecular solids, electrical and optical properties of conjugated molecular solids and polymers will be covered in depth. Exciton generation and decay, metal/organic and organic/organic junctions, charge injection, transport and recombination are included. Device physics and recent research trend of organic optoelectronic devices such as organic light emitting diodes, organic thin film transistors, and organic photovoltaic cells will be introduced.

4451.615 화합물 반도체 광전자 재료 및 소자 3-3-0

Compound Semiconductor Optoelectronic Materials and Devices

본 과정에서는 결정 구조와 띠 구조, 결점, 기계적·광학적·전자적 성질, 결정 성장법, 화합물 반도체의 원리와 이형 및 나노 구조 속성의 공정 및 준비, 전기 광학 및 고주파 소자의 응용을 다룬다.

Fundamentals of crystal structure, band structure, defects, mechanical, optical and electronic properties, crystal growth methods, and processing of compound semiconductors, those hetero and nano-structure properties and preparations, applications to optoelectronic and high frequency devices will be covered in this lecture.

4451.616 기능성 고분자: 분자 설계 및 응용 고급 과정 3-3-0

Advanced Functional Polymers: Molecular Design and Applications

본 과정은 혼성 고분자, 블록 공 고분자, 생체 고분자 물질, 액정 고분자, 덴드리머, 고성능 고분자 및 이들의 생물 의학적·전기 광학적 응용을 논한다. 기능성 고분자들의 설계 원리 및 합성법, 기능성 고분자의 물리 화학, 구조와 성질 간 관계, 기능성 고분자의 소자 구성을 학습한다.

Conjugated polymers, block copolymers, biopolymers, liquid crystalline polymers, dendrimers, high performance polymers, and their biomedical and optoelectronic applications will be discussed through the semester. Students will learn design principle to achieve specific functions from polymers, synthetic methodology, physical chemistry of functional polymers, structure-property relationship, and fabrication of devices from functional polymers.

4451.617 재료 콜로퀴움 1-1-0

Colloquium of Materials Science

이 과목은 하이브리드 재료에 관한 세계적인 학문과 기술의 발전 현황을 각 분야의 세계적인 전문가들로부터 직접 들어봄으로써 학생들로 하여금 이 분야에 대한 세계적인 안목을 가지도록 하는 것이다. 본 전공의 대학원 과정이 높은 수준의 교육과 연구를 지향하고 있고, 많은 저명한 외국 연구자들이 관여하고 있기 때문에 세계적인 수준의 연사를 초청하여 연사 자신의 연구 주제에 대한 하루(또는 반일)의 강의를 최신 결과에 대한 소개 및 토의를 포함한 세미나 형식으로 진행한다.

This graduate program is designed to achieve a higher quality of education and research program, and is man-

aged by world's leading experts in hybrid materials science. The invited speakers will deliver a one-day (or a half-day) lecture on the subject of his/her work and a one-hour seminar about his/her recent research results.

4451.618 학생 포럼 1-1-0

Students Forum

이 과목은 이 전공에 속한 대학원 학생들의 연구 수준을 높이기 위해서 대학원 학생들이 각자가 행하고 있는 연구의 좋은 결과를 전공 내부의 교수나 학생들에 알리고 함께 토론할 수 있는 장을 제공한다. 이를 통해 학생들은 연구에 대한 동기를 갖게 되며, 우수한 결과를 얻은 학생들이 자신의 결과를 교수와 동료 학생들 앞에서 발표함으로써 발표력 향상에도 기여한다.

This course aims to heighten the level of research by providing open discussions between graduates and professors of good research results studied by our graduate students. Such discussions are designed to inspire students to make better results and to give those with notable results a chance to present their work to the professors and students.

4451.619 하이브리드 재료 특강 1 3-3-0

Topics in Hybrid Materials 1

산업체와 연구소 등의 첨단 재료 관련 연구 성과물에 대한 대학원생들의 이해를 돕기 위해 물리, 화학, 하이브리드 재료 과학, 하이브리드 재료 공학 분야의 해당 전문가를 초빙하여 주제에 대한 기본 개념과 연구 성과, 연구 개발의 방향에 대해 심도 있게 강의한다.

This course discusses basic concepts and research trends of recent developments in hybrid materials science and engineering.

4451.620 하이브리드 재료 특강 2 3-3-0

Topics in Hybrid Materials 2

산업체와 연구소 등의 첨단 재료 관련 연구 성과물에 대한 대학원생들의 이해를 돕기 위해 물리, 화학, 하이브리드 재료 과학, 하이브리드 재료 공학 분야의 해당 전문가를 초빙하여 주제에 대한 기본 개념과 연구 성과, 연구 개발의 방향에 대해 심도 있게 강의한다.

This course discusses basic concepts and research trends of recent developments in hybrid materials science and engineering.

4451.803 대학원논문연구 3-3-0

Dissertation Research

본 과정은 석사 및 박사 학위 과정에 있는 학생들의 논문 주제를 상의하여 결정하는 것을 목표로 한다. 상세 지도 사항으로서 주간 또는 월간 단위로 연구 및 실험 진행 상황을 점검 및 논의하고 추후 진행 방향을 지도한다.

This course aims for students in master and doctor degrees to discuss their thesis subjects and ultimately decide them. In the process, students' research and the relevant experiments will be reviewed and discussed, and their way to progress will be decided.