

## 수업계획서 (2015학년도 2학기)

과목명	상평형및미세구조	학수번호	059132-01
학점/시간	3/3	이수학년	2
수업시간 /강의실	월 B(10:30-11:45) [공학관5층19호실] 목 D(13:30-14:45) [공학관5층19호실]		
외국어강의		평가유형	상대평가
선수과목	신소재공학입문I, 물리화학	강좌홈페이지	
면담시간	월요일 4:00~6:00		
<b>담당교수</b>			
성명	남호석	전화	
연구실	공학관 424호	E-mail	
		홈페이지	

### 1. 교과목개요

(본 강좌는 심화과정으로 수학적 모델링, 통계열역학 주제를 원치 않을 경우에는 01반(059132-01) 강좌를 수강하세요!)  
 (본 강좌는 기초과정으로 수학적 모델링, 통계열역학 등 심화된 내용을 원하는 경우에는 02반(059132-02) 강좌를 수강하세요!)  
 (본 강좌는 가능한 수식을 적게 쓰고 개념 위주로 수업을 진행할 계획입니다. 확산이나 상변태 이론에서의 수학적 모델링, 통계열역학 등 보다 자세한 이론적 내용을 원하는 경우에는 02반(059132-02) 강좌를 수강하세요!)  
 (본 강좌는 열역학의 통계물리 접근방법, 확산/상변태 이론의 수학적 모델링, 컴퓨터의 활용 등 상평형에 관한 더 자세한 이론적 배경을 다루고자 합니다. 구체적인 수학적 표현을 원치 않고 개념 위주로 배우길 원하는 경우에는 01반(059132-01) 강좌를 수강하세요!)

상(phase)과 평형(equilibrium) 등 기본 용어를 명확히 확인하고, 물질의 엔탈피(enthalpy), 엔트로피(entropy), 깁스자유에너지(Gibb's free energy) 등 열역학(thermodynamics) 기본 개념을 배운다.

상평형(phase equilibria) 열역학 이론을 기반으로 다양한 종류의 합금 상태도(phase diagram)를 이해하고, 이를 확장하여 평형 및 비평형(nonequilibrium) 반응에 의한 미세조직의 형성 원리를 학습한다.

### 2. 수업목표

- (1) 상(phase)과 평형(equilibrium)의 정의 및 개념을 이해하고, 상(phase)의 종류 및 특성을 설명할 수 있다.
- (2) 엔탈피(enthalpy), 엔트로피(entropy), 깁스자유에너지(Gibb's free energy) 등 열역학(thermodynamics) 개념을 이용하여 재료의 상평형(phase equilibria) 원리를 설명할 수 있다.
- (3) 합금의 상변태(phase transformation) 과정을 이해하고, 이를 바탕으로 다양한 2원계 합금 상태도(phase diagram)를 해석할 수 있다.
- (4) 확산에 의한 원자 이동 현상과 물질 내 계면의 특성을 이해한다.
- (5) 상변태(phase transformation)의 평형 및 비평형 반응에 의한 재료의 미세조직 형성원리를 이해한다.

### 3. 선수학습내용

재료과학 기본 원리, 열역학, 물리야금(physical metallurgy), 공학수학\*

### 4. 수업방법

강의	토의/토론	실험/실습	현장학습	발표	창작	기타
V	V					

### 5. 평가방법

시험			수행과제			참여		기타
중간고사	기말고사	퀴즈	프로젝트	과제물	발표	출석	수업 참여도	
30%	40%	10%	%	10%	%	10%	%	%

## 6. 수행과제

과제유형	과제명	제출기한

## 7. 교재

구분	도서명	저자	출판사	출판년도	ISBN
주교재	금속상변태 (원서: Phase Transformations in Metals and Alloys)	김원태, 김도향 공역	교보문고	2010	9788993995824
부교재	Phase Transformations in Metals and Alloys (번역서: 금속상변태)	D.A. Porter, K.E. Easterling, and M.Y. Sherif	CRC Press	2010	9781420062106

## 9. 수업규정 또는 안내사항


## 주차별 수업계획서

01주차	08/31	수업내용	[열역학과 상태도] 평형에 대한 열역학적 이해: 상(phase)의 정의(definition) 및 열역학 용어 설명 자연계에서의 평衡(equilibrium), 안정(stable), 준안정(metastable)의 의미 파악	비고	
	09/03	수업내용	[열역학과 상태도] 열역학 기본원리 복습: 온도(temperature), 압력(pressure), 열(heat), 에너지(potential/kinetic energy) 등 열역학 기본개념 확인		
02주차	09/07	수업내용	[열역학과 상태도] 단일 성분계의 열역학: 단일성분계의 엔탈피(enthalpy), 엔트로피(entropy), 깁스자유에너지(Gibb's free energy)의 정의(definition) 및 개념, 수학적 표현	비고	

주차별 수업계획서

02주차	09/10	수업내용	[열역학과 상태도] Clausius-Clapeyron 식: 온도 및 압력 변화에 따른 깁스자유에너지(Gibb's free energy) Clausius-Clapeyron 식의 물리적 의미 이해	비고	
03주차	09/14	수업내용	[열역학과 상태도] 2원 용액(binary solution)의 열역학: 2원 용액의 깁스자유에너지(Gibb's free energy), 화학퍼텐셜(chemical potential)	비고	
	09/17	수업내용	[열역학과 상태도] 이상용액(ideal solution): 통계 물리의 기본원리 복습 이상용액(ideal solution)의 엔트로피에 대한 통계역학적 표현	비고	
04주차	09/21	수업내용	[열역학과 상태도] 정규용액(regular solution): 준화학(quasi-chemical) 모델 정규용액(regular solution)의 엔탈피에 대한 수학적 표현	비고	
	09/24	수업내용	[열역학과 상태도] 실제용액(real solution): 실제용액과 정규용액 모델의 비교 규칙상(ordered phase), 중간상(intermediate phase)	비고	
05주차	09/28	수업내용	[열역학과 상태도] 간단한 2원계 상태도: 불균일(heterogeneous) 계의 평형 이상용액(ideal solution)의 2원계 고/액 상태도 전율고용(complete solid solution) 합금의 상태도	비고	
	10/01	수업내용	[열역학과 상태도] 다양한 2원계 상태도: 공경(eutectic) 및 포경(peritectic) 반응의 2원계 상태도	비고	
06주차	10/05	수업내용	[열역학과 상태도] 상평형의 물리: 깁스의 상률(the Gibbs phase rule) Gibbs-Thomson 효과 (상평형에 미치는 계면의 영향)	비고	
	10/08	수업내용	[열역학과 상태도] 상변태의 통계물리**: 엔탈피(enthalpy)와 엔트로피(entropy) 상변태에서 온도의 역할 상변태 Monte-Carlo 시뮬레이션**	비고	
07주차	10/12	수업내용	[열역학과 상태도] 상태도의 해석*: 3원계 상태도 상태도 계산 원리 (Matlab 활용)** 상변태(phase transformation)의 속도론(kinetics)	비고	

주차별 수업계획서

07주차	10/15	수업내용	[확산(diffusion)] 확산의 기본원리: 원자 이동에 의한 물질 확산 메커니즘 Fick's 1st and 2nd law	비고	
08주차	10/19	수업내용	[확산(diffusion)]: 확산 방정식의 이해*: 물질 확산에 대한 수학적 모델링과 미분방정식 유도 간단한 확산방정식의 수학적 풀이	비고	
	10/22	수업내용	[확산(diffusion)] 확산 방정식의 응용**: 확산방정식의 수치해석 및 컴퓨터의 활용	비고	
09주차	10/26	수업내용	상평형 열역학, 상태도, 물질 확산에 대한 내용정리	비고	
	10/29	수업내용	중간고사	비고	
10주차	11/02	수업내용	[확산(diffusion)] 치환형(substitutional) 확산 자기확산(self-diffusion), 공공확산(vacancy diffusion) Darken 식과 Kirkendall 효과* 침입형(interstitial) vs. 치환형(substitutional) 확산	비고	
	11/05	수업내용	[확산(diffusion)] 원자 이동도(mobility)와 추적자(tracer) 확산: 확산 계수의 농도 의존 확산 계수의 실험적 측정	비고	
11주차	11/09	수업내용	[확산(diffusion)] 확산의 통계물리**: 무작위 행보(Random Walk) 모델 아인슈타인 관계식(이동도와 확산계수) 추적자(tracer) 확산계수와 화학확산계수 확산 Monte-Carlo 시뮬레이션**	비고	
	11/12	수업내용	[확산(diffusion)] 다결정에서의 확산: 고확산 경로(high-diffusivity paths) 표면 확산(surface diffusion) 결정립계 확산(grain boundary diffusion) 전위 중심에서의 확산(diffusion along dislocation)	비고	
12주차	11/16	수업내용	[결정계면과 미세조직] 계면의 종류와 계면자유에너지: 자유표면(free surface), 결정립계면(grain boundary), 상계면(interphase interface) 계면장력(tension), 계면자유에너지(interfacial free energy)	비고	

주차별 수업계획서

12주차	11/19	수업내용	[결정계면과 미세조직] 결정립계/입계(grain boundary): 다결정 단상 물질의 결정립계면의 표현 경각(tilt) vs 비틀림(twist) 입계 소각(low-angle) 및 경각(high-angle) 입계	비고	
13주차	11/23	수업내용	[결정계면과 미세조직] 입계 에너지: 방위각(misorientation)에 따른 입계에너지 쌍경(twin) 및 CSL(coincidence site lattice) 입계* 입계 에너지의 원자 모델**	비고	
	11/26	수업내용	[결정계면과 미세조직] 결정립 성장(grain growth): 입계이동(grain boundary migration) 결정립 성장의 속도론(kinetics)	비고	
14주차	11/30	수업내용	[결정계면과 미세조직] 고체의 상간 계면: 정합계면(coherent interface) vs. 부정합계면(incoherent interface) 석출물의 계면	비고	
	12/03	수업내용	[응고(solidification)] 핵생성(nucleation): 응고에 대한 물리적 이해 과냉(supercooling), 핵생성 속도(nucleatin rate)에 대한 수학적 표현 균일(homogeneous) vs. 불균일(heterogeneous) 핵생성	비고	
15주차	12/07	수업내용	[응고(solidification)] 순금속의 응고: 결정성장 속도에 대한 모델링 열유동과 계면 안정성 온도구배에 의한 수지상(dendrite)의 형성	비고	
	12/10	수업내용	[응고(solidification)] 합금의 응고: 단상 합금의 응고 공정(eutectic) 및 포정(peritectic) 응고 합금 응고의 컴퓨터 시뮬레이션**	비고	
16주차	12/14	수업내용	상평형과 미세조직 내용정리	비고	
	12/17	수업내용	기말고사	비고	