



2020년 1학기 전공

# 전자소자

1강 Orientation

1주차 03.16 (월요일)

Prof. Hak-Rin Kim

★ 제공되는 강의동영상 및 강의 ppt 자료는 본 강의 이외의 목적으로 부분 발췌  
등의 무단 도용은 저작권 문제를 유발하니 일절 금함 !



2020년 1학기 전공

# 전자소자

교과목코드 : ELEC333007

월(15:00 ~ 16:30) ; IT3-111

수(15:00 ~ 16:30) ; IT3-111

김 학린 ([rineey@knu.ac.kr](mailto:rineey@knu.ac.kr), 010-3386-0806)

연구교수실 : IT3-303

대학원생실 : IT3-303

연구실 : Display/Organic Electronics Lab.

강의조교 : 이수원, 010-5328-1155

★ 제공되는 강의동영상 및 강의 ppt 자료는 **본 강의 이외의 목적으로 부분 발췌 등의 무단 도용은 저작권 문제를 유발하니 일절 금함 !**

## DOE

### 3D & Holographic display

- Polarization Interference 기반 홀로그래픽 광학소자 및 재기록 홀로그램 디스플레이 시스템 연구
- Geometric Phase(GP) hologram optical element 구현 및 차세대 3D AR/VR 기술 개발
- 차세대 무안경식 3D display
- Light-field 카메라 기술 개발
- 고속구동 active shutter를 이용한 volumetric system개발

### Organic electronics

- 고성능 OLED 소자 개발을 위한 유기물 표면 형상 제어 및 소자 구조 개발
- Quantum material 이용한 디스플레이 EL/PL 소자 개발
- 광효율 향상을 위한 OLED outcoupling 기술 개발

### Metamaterial & Smart device

- Surface Plasmonic Device
- Tunable Optical Meta Device
- Micro/Nano Patterning by Printing Process
- Soft Material Based Modeling & Application

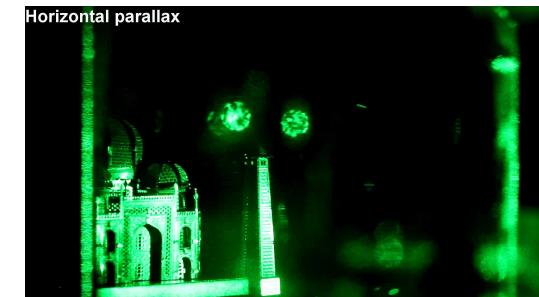
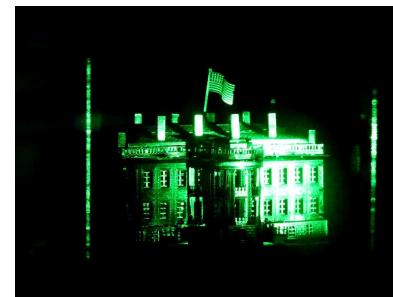


## (1) 3D & Holographic Display

- Polarization Interference 기반 홀로그래픽 광학소자 및 재기록 홀로그램 디스플레이 시스템 연구
  - 재기록 가능한 홀로그램 박막 형성 기술 개발
  - 홀로그램 기록 매질의 광학적 특성 평가 set-up 및 분석(PEM, FWM, diffraction efficiency, dynamic properties, etc..)
  - 기록광의 편광 및 특성에 따른 홀로그램 기록특성 평가
  - 재기록 가능한 홀로그램 디스플레이 구현 기술 개발



<아조벤젠 고분자 박막에 기록된 홀로그램 이미지>



- Geometric Phase(GP) hologram optical element 구현 및 차세대 3D AR/VR 기술 개발

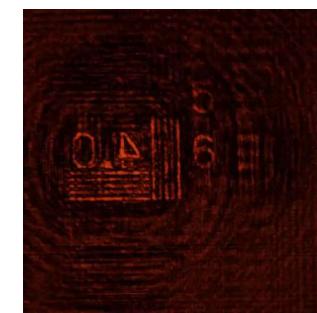
- Polarization interference 기반의 GP HOE 구현 광학계 설계 및 제작 기술 개발
- Achromatics GP HOE 제작 기술 개발
- GP HOE 기반의 AR/VR 시스템 기술 개발
- GP HOE 기반의 holographic camera 기술 개발



<편광상태에 따른 GP lens imaging 특성>



<GP lens 기반의 3D AR 시스템>

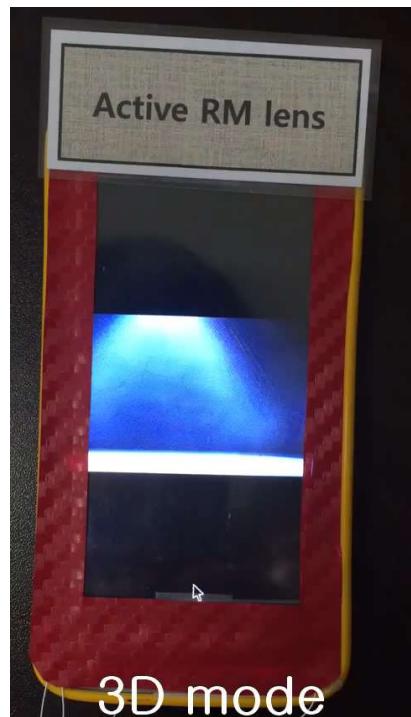


<GP lens 기반의 holographic camera>

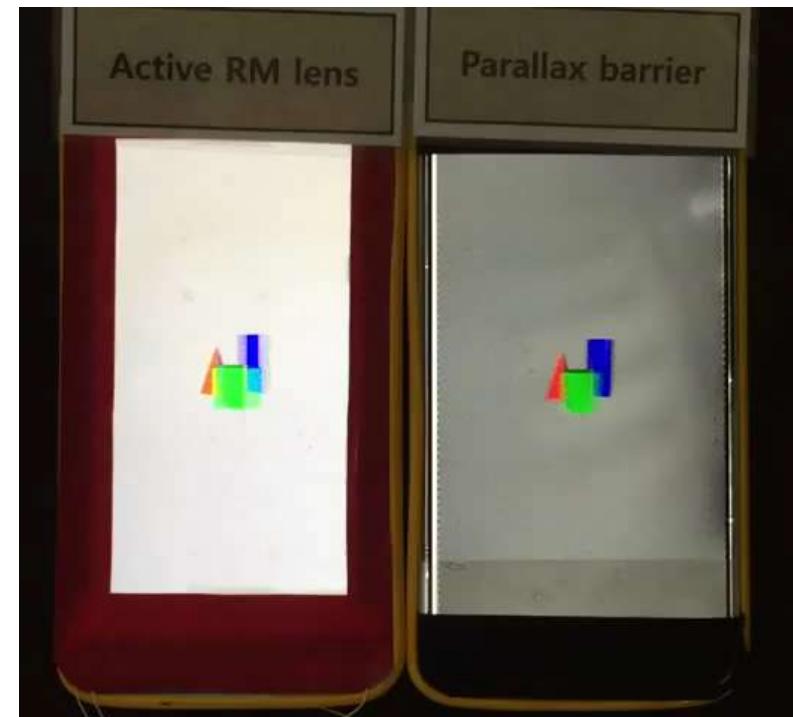
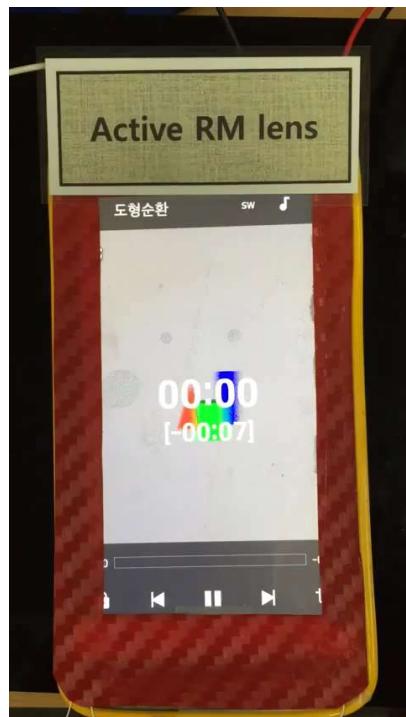
## (1) 3D & Holographic Display

### . 차세대 무안경식 3D display

- Mobile/tablet PC/TV시장에 적용 가능한 무안경식 2D/3D switching 3D display를 위한 film형 active lens array 개발
- Mobile 완전입체 단말(LF display) 기술 개발 (virtual moving lens 및 bifocal lens)



< Active RM lens >

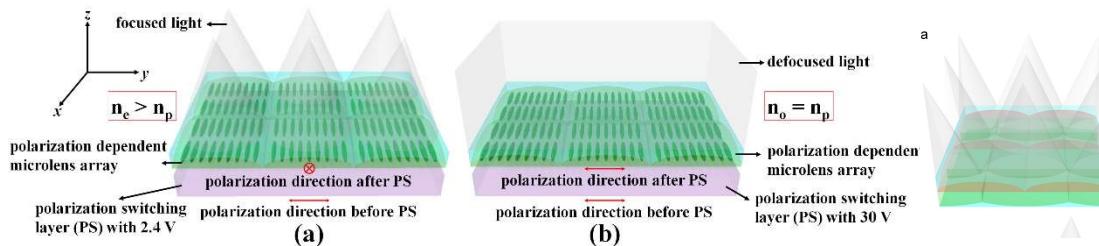


< Active RM lens vs Parallax barrier>

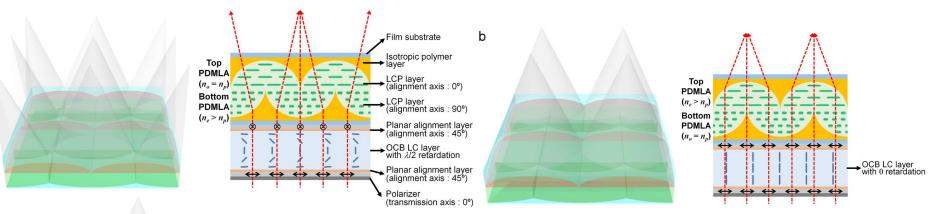
## (1) 3D & Holographic Display

### · Light-field 카메라 기술 개발

- 능동형 micro lens 기술을 적용하여 단일 카메라로 UHD 영상과 초다시점/자유시점의 고화질 실감 영상을 동시에 획득하고 화질을 향상시킬 수 있는 차세대 light-field 카메라 기술 개발
- Virtual moving micro lens를 이용하여, 기존의 Light-field 카메라의 문제점인 refocusing된 이미지의 해상도 저하를 향상 시킬 수 있는 light-field 카메라 기술 개발



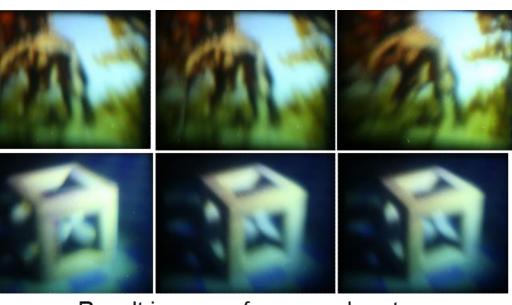
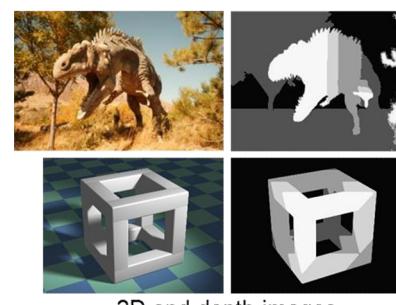
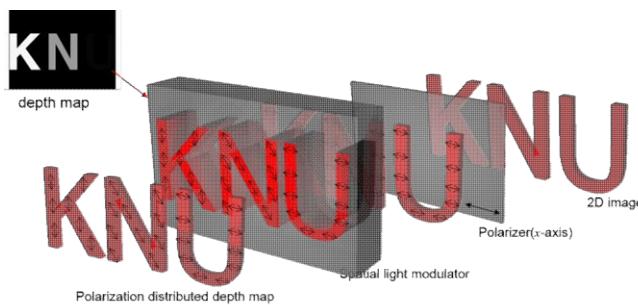
IEEE Trans. Ind. Electron (개제 예정)



Scientific Reports, 9, 11297 (2019)

### · 고속구동 active shutter를 이용한 volumetric system개발

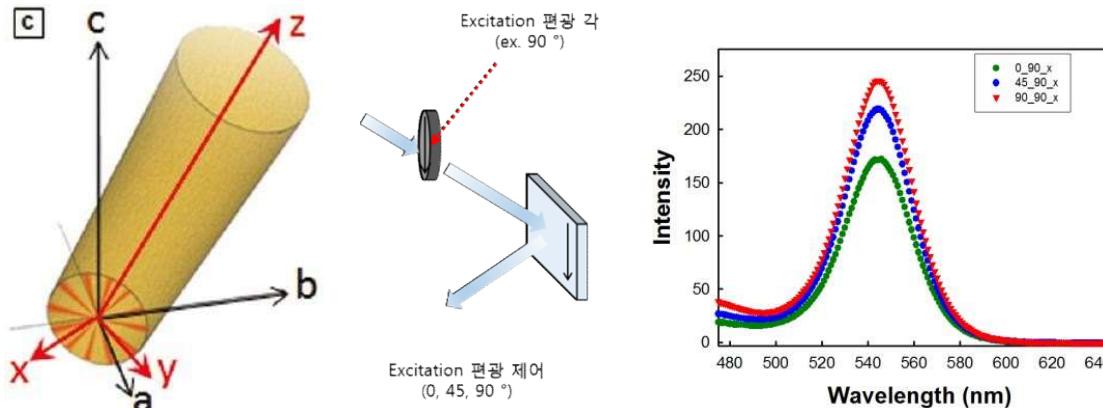
- PSCT(polymer-stabilized cholesteric textures) 기반 고속구동 active shutter 구현 기술 개발
- Polarization controller 기반의 깊이감이 향상된 volumetric 3D display system 개발



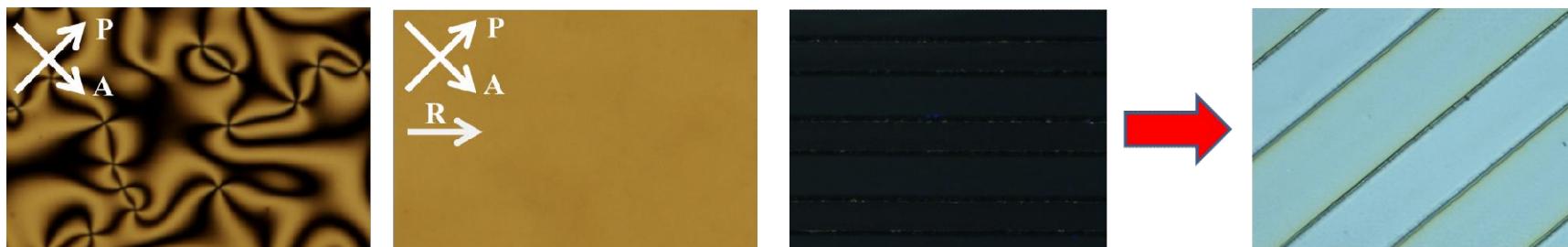
Result images of proposed system with index-matching layer

## (2) Organic electronics

- Quantum material 이용한 디스플레이 고효율 EL/PL 소자 개발
  - Quantum material의 형상에 따른 발광 특성 분석을 이용한 향상된 광추출 효율의 EL/PL 소자 기술 개발
  - Quantum material 내의 전자/정공 이동 특성 제어 및 시뮬레이션을 이용한 application 개발



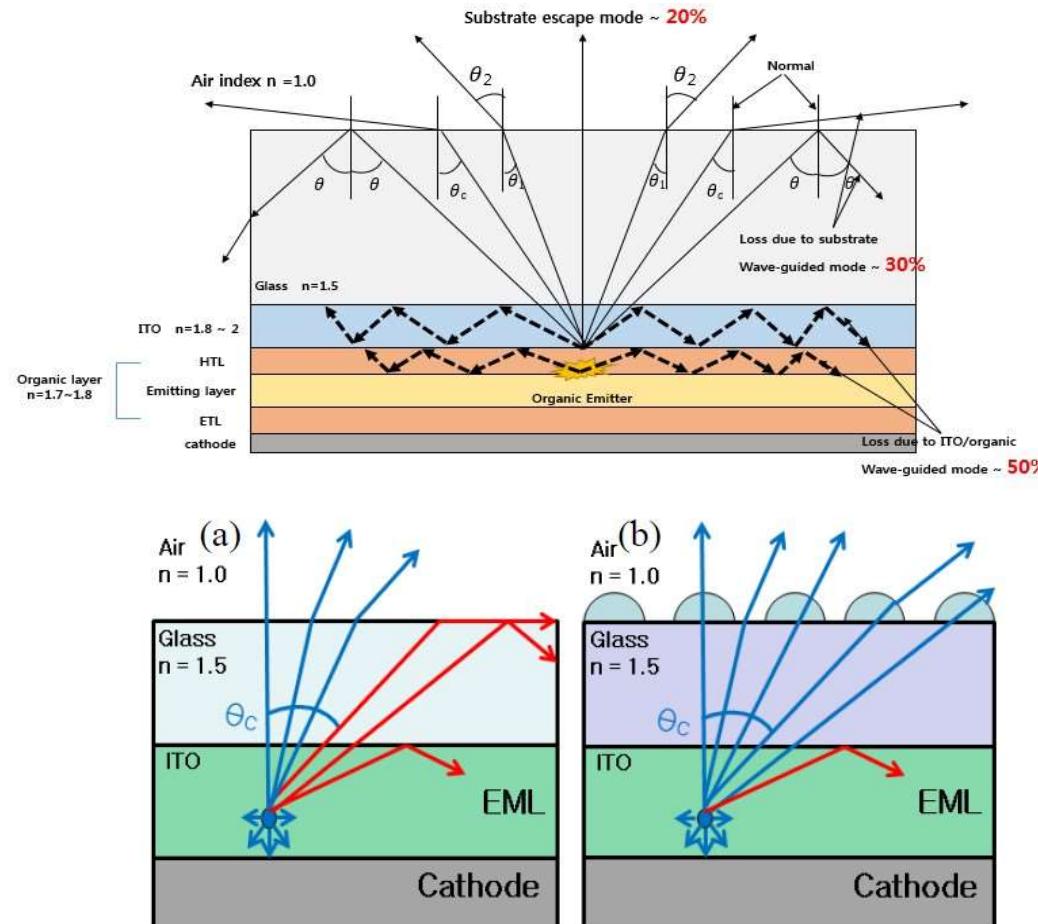
- 고성능 OLED 소자 개발을 위한 유기물 표면 형상 제어 및 소자 구조 개발
  - 저분자 증착/고분자 코팅 방식의 표면 형상 제어를 이용한 OLED 광추출 효율 향상 기법 개발
  - 인쇄공정 기반 고분자 정렬 기술을 이용한 편광발광 OLED(organic light emitting diode) 소자 제작 기술 개발



## (2) Organic electronics

### · 광효율 향상을 위한 OLED outcoupling 기술 개발

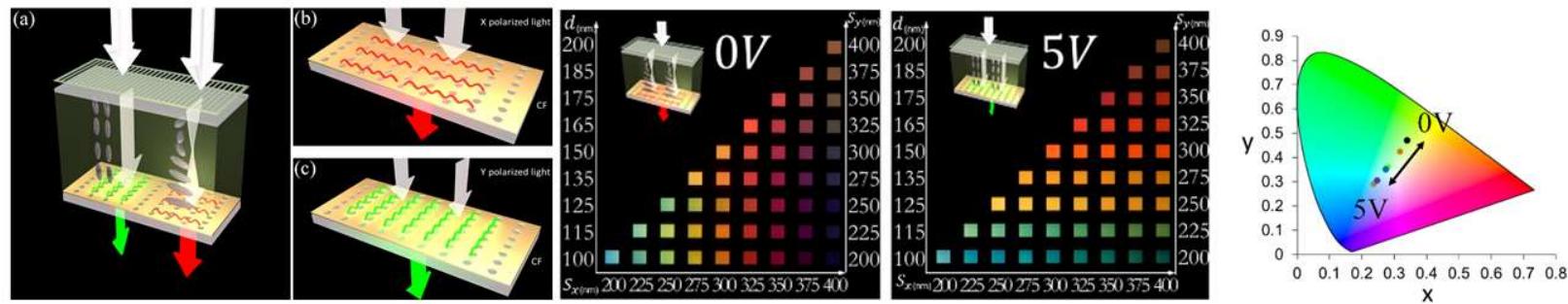
- Blue OLED material 의 색순도 향상 및 외부 환경에 의한 성능 저하 문제 해결을 위한 소자 구조 simulation
- OLED out-coupling 향상을 위한 최적 구조 simulation 및 실제 소자 제작 기술 개발



## (3) Metamaterial & Smart device

### · Surface Plasmonic Device

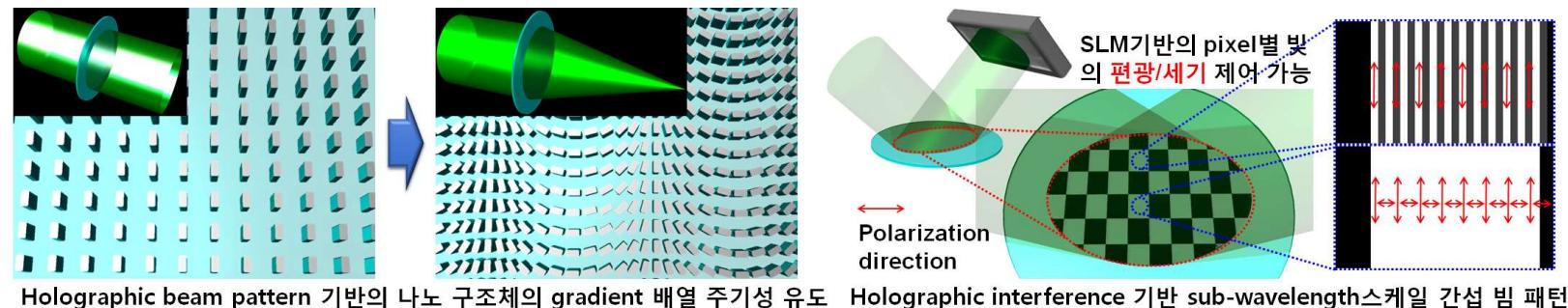
- 나노 구조체(홀, 디스크 등) 배열이 형성된 금속 기판 및 액정 소자 기반 편광 및 전기적 특성 모듈레이터 적층 설계를 통해 전기적 color switching이 가능한 active color filter 기술 개발



*ACS Photonics*, 4(8), 1954-1966 (2017)

### · Tunable Optical Meta Device

- 외부 자극(광, 열, 화학적 자극 등...)에 의해 actuating 되는 고분자 소재를 기반으로 마이크로/나노 패턴 구조체를 형성
- 기판 상에 외부 자극을 인가하여 발생하는 기판 상 구조체의 공간적 재배열을 통한 기판의 광학적 특성 제어 기술 개발

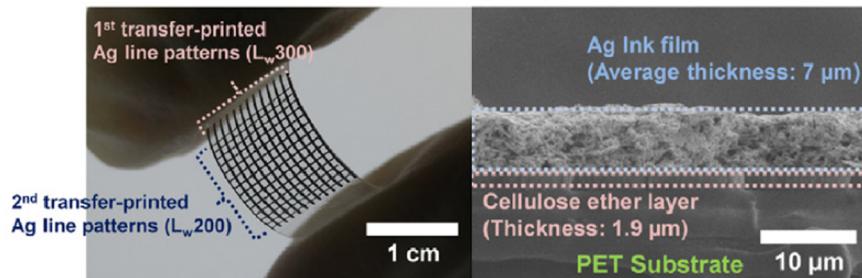


한국연구재단, 중견연구과제 (2019.03~2023.02)

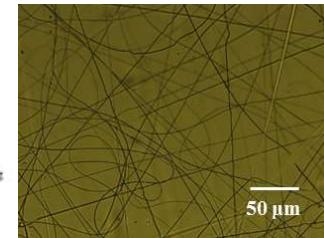
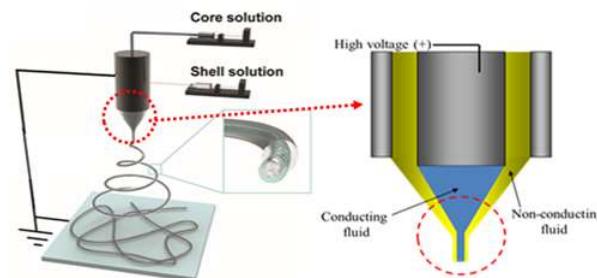
## (3) Metamaterial & Smart device

### · Micro/Nano Patterning by Printing Process

- 금속, 고분자 및 복합 소재 기반 인쇄 공정 기술 개발(전사 인쇄, 동축 전기 방사 등...)
- 인쇄 공정 기법을 통한 투명 전극, flexible/stretchable 기기 및 3D/4D 인쇄 구조체 형성 기술 개발



*J. Micromech. Microeng.*, **26**, 065008 (2016)



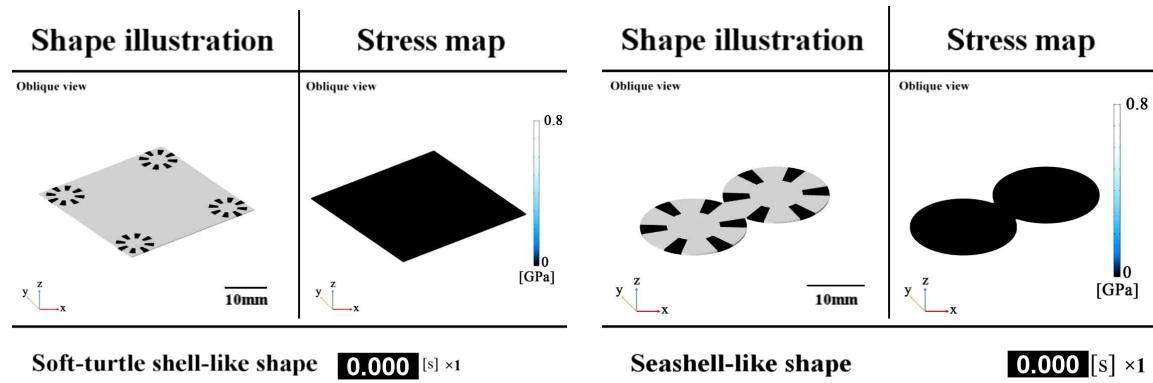
중소기업청, 디딤돌 창업과제 (2018.12~2019.12)

### · Soft Material Based Modeling & Application

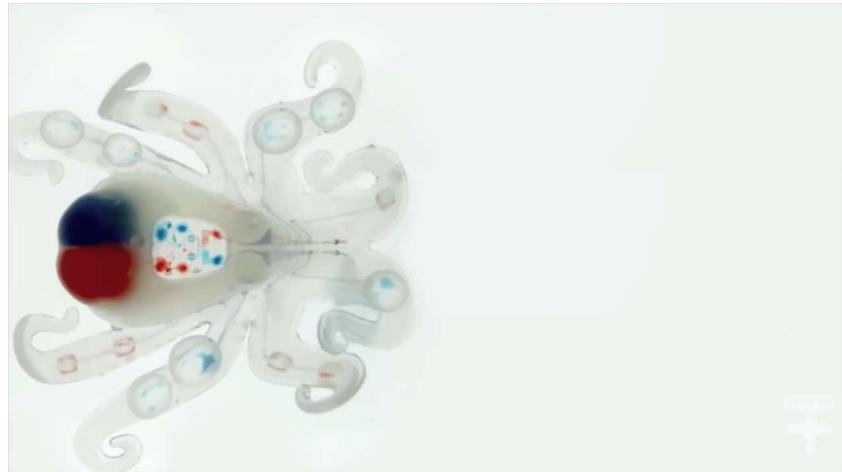
- Photo/thermal induced polymer actuation modeling
- Fabrication and control the soft material based devices (soft robot, soft sensor, smart actuator, E-skin ...)



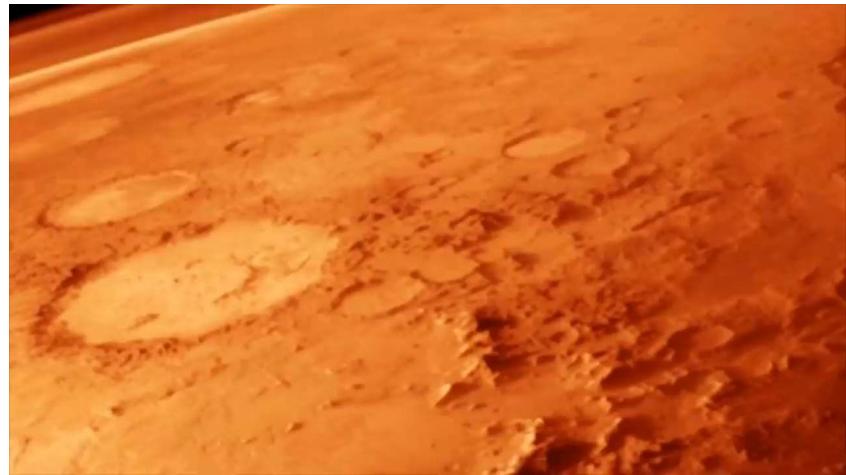
<soft jumping robot movie>



# Soft Robotics



<Octobot, Havard University>

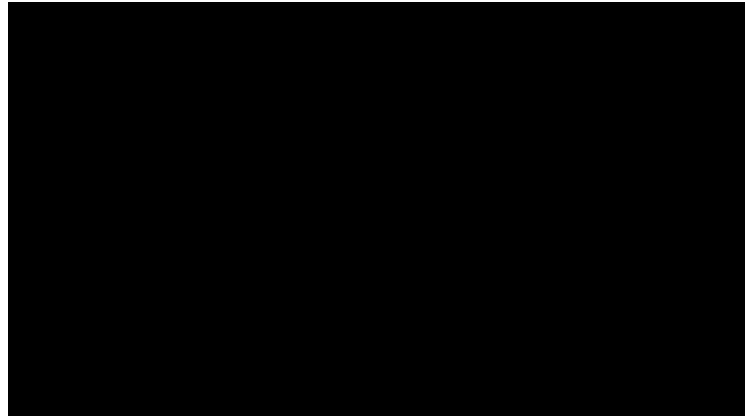


<Space exploration soft robot, NASA>

# Soft Robotics

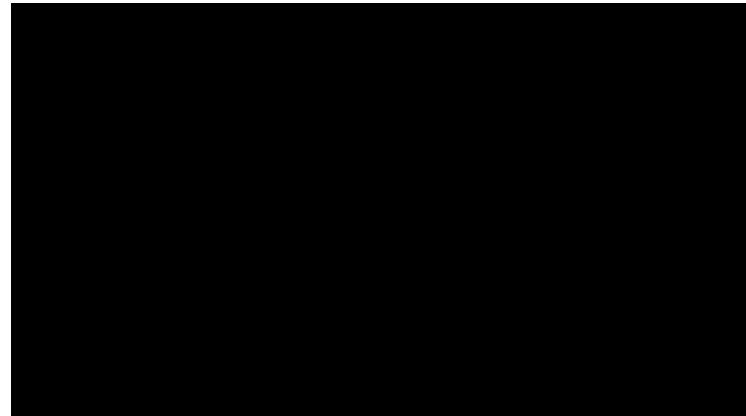


Automotive



BMW & MIT

Bio/medical



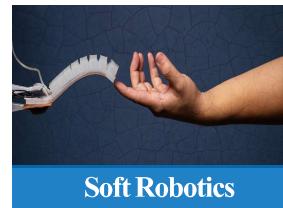
MEDSHAPE

Food

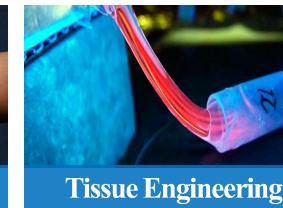


MIT

Other applications



Soft Robotics



Tissue Engineering



Soft Sensor



Smart Actuator

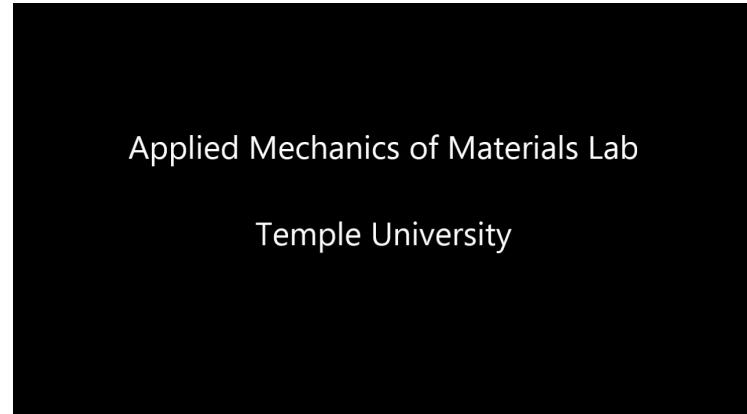


Energy



E-Skin

## Thermo actuation



Applied Mechanics of Materials Lab

Temple University

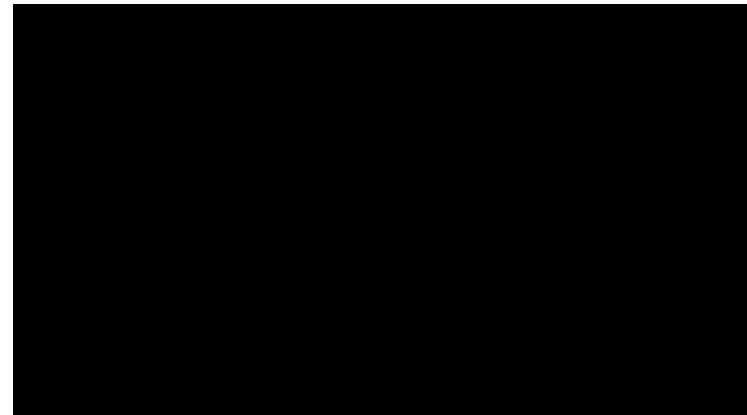
*Adv.Mater.*, **29**, 1604262 (2017)

## Photo actuation



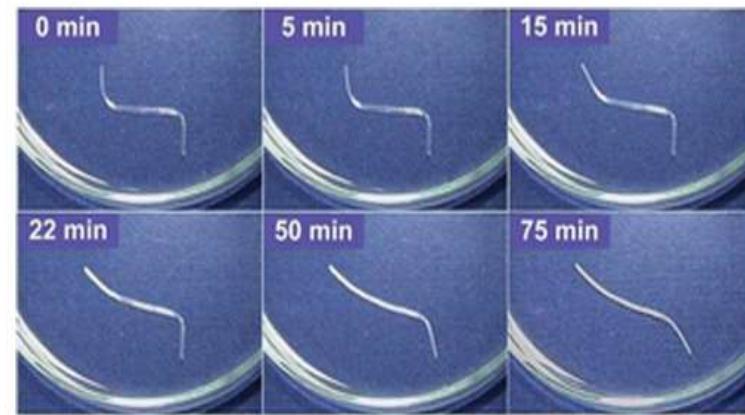
*Adv.Mater.*, **29**, 1701627 (2017)

## Electro/Magneto actuation



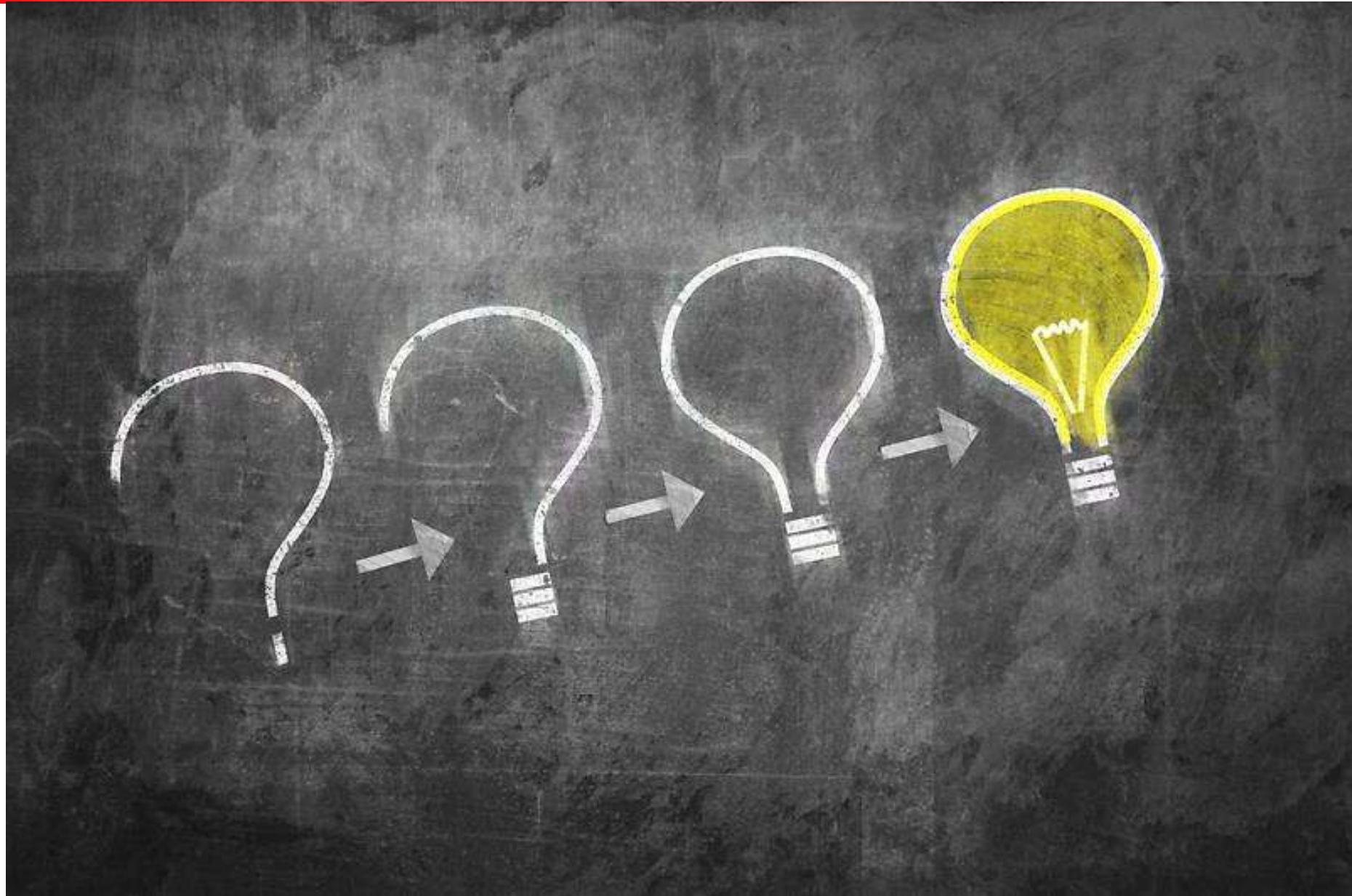
*Appl. Mater. Interfaces*, **11**(33), 30332 (2019)

## Water actuation



*Appl. Phys. Lett.*, **86**, 114105 (2005)

# 디스플레이/유기전자소자 연구실 (Display/Organic Electronics Lab.)



# 디스플레이/유기전자소자 연구실 (Display/Organic Electronics Lab.)



# 디스플레이/유기전자소자 연구실 (Display/Organic Electronics Lab.)



# 강의 내용

## ※ 개요

물리전자에서 배운 고체 및 반도체물리, 에너지밴드이론, 반도체 내에서의 carrier generation 및 diffusion & drift 등의 특성 이해를 바탕으로 반도체 소자, 특히 트랜ジ스터의 동작 원리를 이해한다. MOS capacitor에 대한 이해를 기반으로 MOSFET 소자의 동작원리 및 IC scaling 원리에 대해 학습한다.

## ※ 교재

- **Textbook(required):**

Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits (Chenming Calvin Hu)

- **References:**

Solid State Electronic Devices (6th Edition, B. G. Streetman and S. Banerjee)

Semiconductor Device Fundamentals (R. F. Pierret)

Principles of Semiconductor Devices (Sima Dimitrijev)

## 코로나-19 대응 관련 비대면 강의 권장 모델

- \* 비대면 수업 방법 알림 및 출석 : 의무적으로 LMS를 통해 관리
- \* 퀴즈 및 과제 제출기한: 해당 수업일로부터 일주일 이내 필히 설정, 단 실시간 원격강의는 수업시간 내 설정
- \* 해당 수업시간별 수업 진행(예: 월·수 수업일 경우 월·수 각각 과제 부여 등)
- \* 동영상 유형 : ① 순수영상 ② PPT+음성

연번	권장수업모델	수업 운영	동영상 강의	분 량	출 결
1	강의자료 + 퀴즈	- LMS에 강의자료 탑재 - 강의자료 설명 및 질의 응답 - 퀴즈 등록 및 답안 제출 - 퀴즈 제출에 대한 개별 또는 공통 환류	- 해당사항 없음	- 해당 수업시간 강의자료 - 수업 내용 확인을 위한 최소 분량 이상의 문항	- LMS 퀴즈 답안 제출 시 출석 인정
2	강의자료 + 과제	- LMS에 강의자료 탑재 - 강의자료 설명 및 질의 응답 - LMS에 과제 등록 및 제출 - 과제 제출에 대한 개별 또는 공통 환류	- 해당사항 없음	- 해당 수업시간 강의자료 - 수업 내용 확인을 위한 적정 분량의 과제	- LMS 과제 제출 시 출석 인정
3	동영상 + 강의자료 + 퀴즈	- LMS에 동영상, 강의자료 탑재 - 강의자료 설명 및 질의 응답 - 퀴즈 등록 및 답안 제출 - 퀴즈 제출에 대한 개별 또는 공통 환류	- 교수 자체 제작 (연구실, 강의실 등 활용) - 외부강의 링크 (KOCW, 유튜브 등)	- 동영상 분량 제한 없음 - 해당 수업시간 강의자료 - 수업 내용 확인을 위한 최소 분량 이상의 문항	- LMS 퀴즈 답안 제출 시 출석 인정
4	동영상 + 강의자료 + 과제	- LMS에 동영상, 강의자료 탑재 - 강의자료 설명 및 질의 응답 - LMS에 과제 등록 및 제출 - 과제 제출에 대한 개별 또는 공통 환류	- 교수 자체 제작 (연구실, 강의실 등 활용) - 외부강의 링크 (KOCW, 유튜브 등)	- 동영상 분량 제한 없음 - 해당 수업시간 강의자료 - 수업 내용 확인을 위한 적정 분량의 과제	- LMS 과제 제출 시 출석 인정
5	동영상	- LMS에 동영상 탑재	- 교수 자체 제작 (연구실, 강의실 등 활용) - 외부강의 링크 (KOCW, 유튜브 등)	- 동영상 · 50분 수업: 50분 분량 · 75분 수업: 75분 분량	- 동영상 수강 완료 시 출석 인정(LMS 자동 출석 인정)
6	실시간 원격강의 + 전자출결/퀴즈	- 화상회의 플랫폼(WebEx 등)을 활용한 실시간 화상 강의 - 퀴즈 등록 및 답안 제출	- 해당사항 없음 (사전 녹화 불요)	- 해당 수업 시간 분량 - 수업 내용 확인을 위한 최소 분량 이상의 문항	- LMS 전자출결 또는 퀴즈 답안 제출 시 출석 인정



## 강의 진행 방법

※ 강의 진행방법 및 활용 매체: ~~PPT 강의 및 판서설명~~

- 동영상 강의 시청 + HW 제출
- 강의 material 동영상 설명 + white board memo (판서)

## ※ 과제 및 평가방법

중간고사 45%, 기말고사 45%, 과제물 5%, 출석 5%

—~~2회 지각은 1회 결석으로 간주~~

- ~~과목 성격을 고려하였을 때, 학생들간의 과목 스터디 그룹을 형성하여 수업에 임하길 적극 권장~~
- ~~과제 제출은 Group 단위(반드시 2인 이상 참여)로 1부 제출(별도로 참여학생명 기재 요망)~~
- LMS 출결체크를 위하여 반드시 공지된 기한 내에 동영상 강의 시청 및 HW 제출 바람
- 과제는 개별로 pdf 파일로 LMS 시스템 상으로 제출

※ 질문 및 상담 : ~~금요일 오후 7시 이후~~

오픈 단톡방 및 LMS Q&A

## 교과목 오픈 단톡방 개설 : 전자소자

1. 상단의 돋보기 모양 눌러 검색
  2. "김학린교수님" 검색 후 2020 전자소자/기초디스플레이공학 과목 중 선택하여 입장
  3. 참여코드 입력 "doel"
  4. 그룹채팅 참여 클릭
  5. **프로필 설정**에서 카카오프렌즈 선택 후 학번/이름으로 설정  
(ex 2019224746 안수민)
- 
- 각종 긴급 공지 & 강의 feedback & 최신 반도체 동향 기사 전달 등의 창구로 활용할 예정
  - 강의 수업관련 기본적 공지 사항들은 LMS 공지란을 통해서도 공지 예정

---

## 1. Introduction

- Silicon Crystal Structure

- Bond Model of Electrons and Holes

## 2. Energy Band Model

Semiconductors, Insulators, and Conductors

## 3. Electrons and Holes

Density of States

Thermal Equilibrium and the Fermi Function

## 4. General Theory of n and p

Carrier Concentrations at Extremely High and Low Temperatures

## 5. Thermal Motion of Carriers

Drift Current and Diffusion Current

## 6. Relation between the Energy Diagram and V, E

Einstein Relationship between D, mobility

---

---

## 7. Electron and hole Recombination

Thermal Generation

Quasi-Equilibrium and Quasi-Fermi Levels

## 8. Midterm Exam. (Chap. 1 & 3)

## 9. PN Junction Theory (I) & (II)

## 10. Application to Optoelectronic Devices

- Solar cells, LED, Diode Lasers, Photodiodes

## 11. Metal Semiconductor Junctions

- Schottky Barriers, Thermionic Emission Theory
  - Schottky diodes, Quantum mechanical Tunneling
  - Ohmic Contacts
-

---

## 1. MOS Capacitor

- Flat-Band Condition and Flat-Band Voltage
- Surface Accumulation
- Surface Depletion

## 2. MOS Capacitor

- Threshold Condition and Threshold Voltage
- Strong inversion beyond Threshold
- MOS C-V Characteristics

## 3. MOS Capacitor

- Oxide Charge
- A modification to  $V_{fb}$  and  $V_t$
- Poly-Si Gate Depletion
- Effective Increase in  $T_{ox}$
- Inversion and Accumulation Charge
- Layer Thickness and Quantum Mechanical Effects

## 4. CCD Image sensor and CMOS imager

## 5. MOS transistor

## 6. MOS transistor $V_t$ , body effect

---

- 
- 7. Midterm exam (Chap. 5 & 6 일부)**
  - 8. CMOS inverter**
  - 8. MOSFET I-V model**
  - 9. SRAM, DRAM, nonvolatile memory**
  - 10. MOSFET in IC technology scaling**
  - 11. Short channel effects**
  - 12. Trade-off between  $I_{on}$  and  $I_{off}$**
  - 13. Multigate MOSFET**
  - 14. Final exam (Chap. 6 일부 & 7)**

\* 시험 시, 기본공식 기재한 메모지 지참 가능 (A4 한 면만 사용)

\* 비대면 강의 일정이 확대 시행 시, 추후 대학 본부 지침을 따를 예정

---

# HW#1 03.16 (~3/28)

- 3.16 당일 수업에 대한 LMS 출결체크를 위해선 반드시 공지된 기한 내에 HW 제출해야 함
- 과제는 개별로 pdf 파일을 LMS 시스템 상으로 제출
- 자필로 작성 후, 핸드폰 앱을 이용하여 pdf scan본을 파일로 제출하면 됨

# Isaac Newton (1642~1727)

