

# 차세대 에너지/전자 소자 연구실

▶ 위치: IT-3호관 208호

▶ 전화: 053-950-5534

▶ E-mail: jljang@knu.ac.kr

▶ 팩스: 053-950-5505

▶ 홈페이지: <https://sites.google.com/site/jessijangcv/>

## 01

### 연구실구성원

- 지도교수 : 장재원 교수님
- 박사과정 : 이원용, 최은지
- 석사과정 : 김경두, 김도원, 김현중

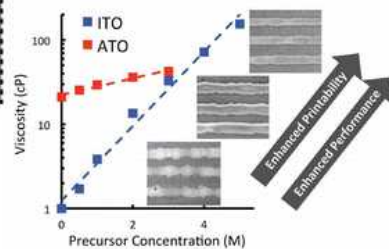
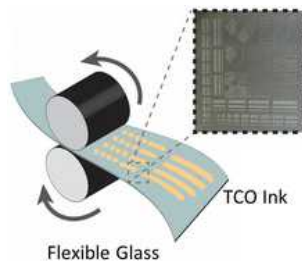
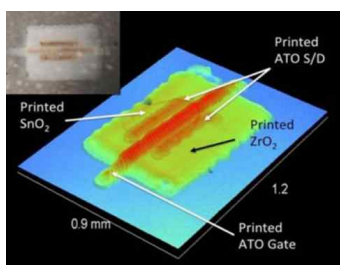
## 02

### 연구분야

본 연구실은 기존의 진공 증착 방식의 소자 제작 방법에서 벗어나, 대면적 소자를 쉽고 빠르게 제작 할 수 있는 프린팅 기반의 차세대 에너지/전자 소자를 제작하는 연구실입니다. 3D 프린팅 기술은 제조 분야에서 전 세계적으로 각광 받고 있는 차세대 Manufacturing 기술이며, 어디서나 제품을 쉽고 생산 할 수 있는 장점을 가지고 있습니다. 또한 CAD 기술과 접목되어, 현재는 정교하고 복잡한 구조물까지 빠르게 생산하는 단계에까지 도달 하였습니다. 현재까지는 기계 부품 제작 및 의료 기기의 생산에 제한적으로 사용되고 있습니다. 3D 프린팅, Inkjet 프린팅, Gravure 프린팅 등 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 프린팅 기술을, 기존의 제조업 분야가 아닌 에너지/전자 소자 제작에 적용하기 위한 연구를 수행중입니다. 이를 구현하기 위해서는 액체 형태의 다양한 금속, 반도체, 절연체등의 개발이 필수적이며, 연구실내에서 이루어지는 다양한 나노입자의 합성 기술과, 산화물 잉크의 제작 방법을 통하여, 프린팅 기술을 적용한, 차세대 에너지/전자 소자에 적용하기 위한 연구를 하고 있습니다.

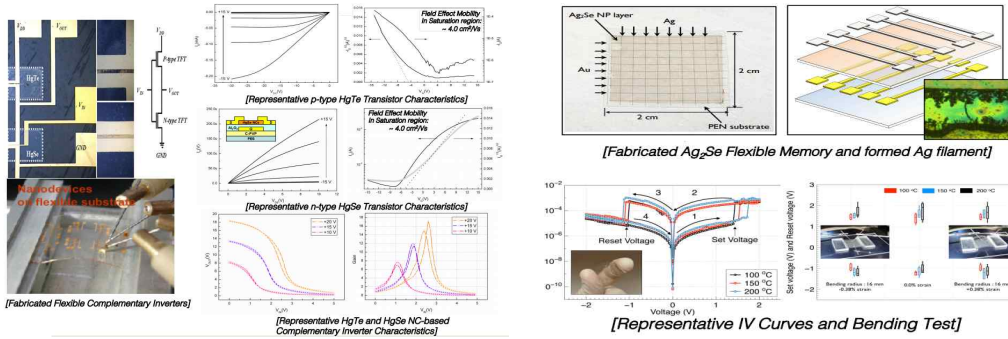
#### □ Printed Electronics

- 프린팅 공정용 투명 산화물 잉크 개발
- 투명전극, 반도체, 절연체 개발
- 프린팅 공정을 이용한 투명 전자소자 및 Flexible 전자소자 제작



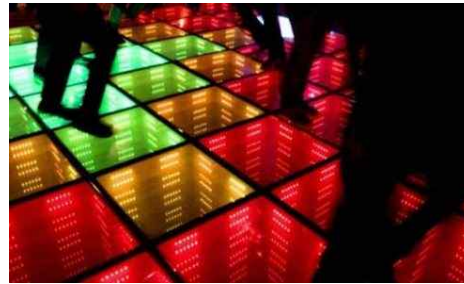
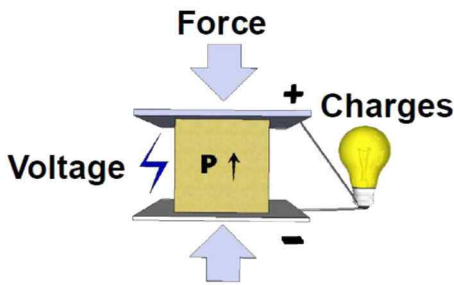
#### □ Colloidal Nanoparticle Synthesis and Electronics

- 프린팅 공정용 화합물 나노반도체 입자 합성
- 나노입자를 이용한 Flexible 광/전자 소자 개발
- 차세대 Flexible RRAM 개발



□ Energy Harvesting System

- Flexible 광소자 개발
- Flexible Energy Harvesting System 개발



03

주요 수행과제 및 최근 5년간 연구 논문

□ 주요 수행과제

- 액상 공정을 이용한 에너지 하베스팅 시스템 개발/경북대학교
- Sol-gel 방법을 통한 산화 인듐 박막 트랜지스터의 전기적 특성 연구/경북대학교
- Electrical characterization thru CTLM for the advanced FEOL and its integration/Lam Research Corporation, USA
- 프린팅 공정을 이용한 Flexible NIR센서/교육부
- 용액 공정을 이용한 RRAM 소자 개발/교육부

□ 연구 논문

- T. Kim, B. Jang, J. Bae, H. Park, C. S. Cho, H. Kwon and J. **Jang\*** "Improvement of Sol-gel Processed In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Film Transistor Performance Depending on Antimony Concentration", IEEE Electron Device Letters, 2017, 38, 1027.
- J. H. Kwon, D. K. Kim, **J. Jang**, J. Park, S. W. Kang and J. H. Bae "Self-alignment of 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl)pentacene Molecules Through Magnetic Flux-affected Nanoparticle Motion in Solution-processed Transistors", Organic Electronics, 2017, 47, 44.
- Y. Yun, A. Choi, S. G. Hahm, J. W. Chung, Y. U. Lee, J. Y. Jung, J. Y. Kim, J. I. Park, S. Lee and **J. Jang\***, "Enhanced Performance of Thiophene-rich Heteroacene, Dibenzothiopheno [6,5-b:6',5'-f]thieno[3,2-b] Thiophene Thin Film Transistor with MoOx Hole Injection Layers", IEEE Electron Device Letters, 2017, 38, 649.
- **J. Jang**, and V. Subramanian "Effect of Electrode Material on Resistive Switching Memory Behavior of Solution-processed Resistive Switches: Realization of Robust Multi-level Cells", Thin Solid Films, 2017, 625, 87.
- **J. Jang**, "Effect of Electrode Material on Characteristics of Non-volatile Resistive Memory Consisting of Ag<sub>2</sub>S Nanoparticles", AIP Advances, 2016, 6, 075006.

- H. Kwon, **J. Jang\*** and C. P. Grigoropoulos, “Laser Direct Writing Process for Making Electrodes and High-k Sol-Gel ZrO<sub>2</sub> for Boosting Performances of MoS<sub>2</sub> Transistors”, ACS Applied Materials & Interfaces (IF=7.145) 2016, 8, 9314.
- J. Jang, S. Chung, H. Kang and V. Subramanian, “P-type CuO and Cu<sub>2</sub>O transistors derived from a sol-gel copper (II) acetate monohydrate precursor”, Thin Solid Films 2016, 600, 157.
- O. Lee, Long You, **J. Jang**, V. Subramanian, and S. Salahuddin, “Flexible spin-orbit torque devices”, Applied Physics Letters 2015, 107, 252401.
- **J. Jang**, H. Kang, H. C. N. Chakravarthula, and V. Subramanian, “Fully Inkjet-Printed Transparent Oxide Thin Film Transistors Using a Fugitive Wettability Switch”, Advanced Electronic Materials 2015, 1, 7.
- W. J. Scheideler, **J. Jang**, M. A. Ul Karim, R. Kitsomboonloha, A. Zeumault, and V. Subramanian, “Gravure-Printed Sol-Gels on Flexible Glass: A Scalable Route to Additively Patterned Transparent Conductors”, ACS Applied Materials & Interfaces Letters (IF=7.145) 2015, 7, 12679.
- H.-J. Kwon, S. Kim, **J. Jang\***, and Costas P. Grigoropoulos, “Evaluation of pulsed laser annealing for flexible multilayer MoS<sub>2</sub> transistors”, Applied Physics Letters 2015, 106, 113111.
- H.Kang, R.Kitsomboonloha, K. Ulmer, L. Stecker, G. Grau, **J. Jang**, Vivek Subramanian, “Megahertz-class Printed High Mobility Organic Thin-film Transistors and Inverters on Plastic Using Attoliter-scale High-speed Gravure-printed Sub-5µm Gate Electrodes”, Organic Electronics 2014, 15, 3639.
- H. J. Kwon, **J. Jang\***, S. Kim V. Subramanian, and C. P. Grigoropoulos, “Electrical Characteristics of Multilayer MoS<sub>2</sub> Transistors at Real Operating Temperatures with Different Ambient Conditions”, Applied Physics Letters 2014, 105, 152105.
- H. J. Kwon, H. Kang, **J. Jang**, S. Kim and C. P. Grigoropoulos, “Analysis of flicker noise in two-dimensional multilayer MoS<sub>2</sub> transistors”, Applied Physics Letters 2014, 104, 083110.
- **J. Jang**, K. Cho, J. Yun, and S. Kim, “Nanocrystal-based Complementary Inverters Constructed on Flexible Plastic Substrates”, Journal of Nanoscience and Nanotechnology 2013, 13, 3597.
- **J. Jang**, R. Kitsomboonloha, Sarah L. Swisher, Eung Seok Park, Hongki Kang, and Vivek Subramanian, “Transparent High-performance Thin Film Transistors from Solution-processed SnO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> Gel-like Precursors”, Advanced Materials (IF=18.9) 2013, 25, 1042.
- **J. Jang**, F. Pan, K. Braam, and Vivek Subramanian, “Resistance Switching Characteristics of Solid Electrolyte Chalcogenide Ag<sub>2</sub>Se Nanoparticles for Flexible Nonvolatile Memory Applications”, Advanced Materials (IF=18.9) 2012, 24, 3573.
- H. Kang, R. Kitsomboonloha, J. Jang, and V. Subramanian, “High-performance printed transistors realized using femtoliter gravure-printed Sub-10µm metallic nanoparticle patterns and highly uniform polymer dielectric and semiconductor layers”, Advanced Materials (IF=18.9) 2012, 24, 3065.

## 04

### 특허 및 등록출원 현황

#### □ 국제특허 출원 및 등록

- K. Cho, **J. Jang**, D. W. Kim, and S. Kim  
“Thin film transistor using nano-crystalline thin film as active layer and method for fabricating the same” (England)
- K. Cho, **J. Jang**, D. W. Kim, and S. Kim  
“Logical circuit's thin film transistor, i.e. thin film FET, producing method for LCD, involves forming gate insulating layer on structured layer with source and drain electrodes and providing top gate electrode on insulating layer” (Europe)
- S. Kim, K. Cho, D. W. Kim, and **J. Jang**  
“Top-gate thin film transistors using nanoparticles and methods of manufacturing the same” (USA, Japan, and China)