

# THFP CENTER CENTER



ศูนย์วิจัยทางฟิสิกส์ของฟิล์มบาง  
(Research Center in Thin-Film Physics)



ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.ขจรยศ อยู่ดี  
Assistant Professor  
Dr. Kajornyod Yoodee

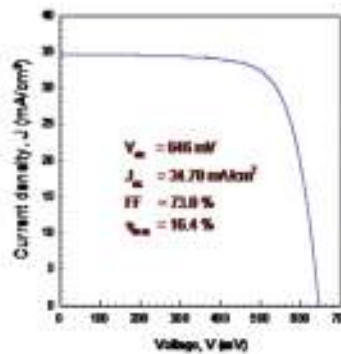
## ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์สารกึ่งตัวนำ

### ผลสัมฤทธิ์ด้านการวิจัย

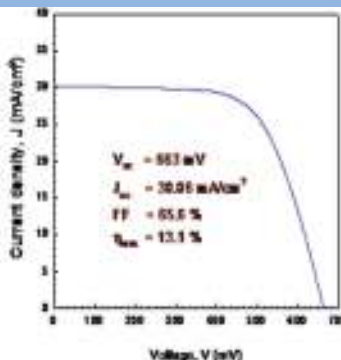
1. สามารถสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง  $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  (CIGS) แบบ grid/bus-bar บนพื้นที่ 3 ซม. x 3 ซม. ที่มีประสิทธิภาพระดับ 13%
2. พบความสำคัญของปริมาณฟลักซ์ของ Se ที่มากเกินไปในระดับต่าง ๆ ว่ามีผลอย่างมีนัยต่อลักษณะพื้นผิวของ  $(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$  ปริเคอร์เซอร์ที่เกิดขึ้นในการปลูกฟิล์มบาง (CIGS) ด้วยกระบวนการปลูกแบบสามขั้นตอน
3. พบความแตกต่างอย่างมีนัยของธรรมชาติของการเกิดเกรนในฟิล์มบาง CIS แบบอีพิแทกซี ระหว่างแผ่นรองรับ GaAs ระบาย (111) และ (110) ซึ่งเป็นผลจากความแตกต่างในการผ่อนคลายความเครียดที่เกิดขึ้นในฟิล์ม
4. การจำลองทางคอมพิวเตอร์สามารถบ่งชี้ลักษณะพื้นผิวที่มี mound ที่เกิดจากการเกิดฟิล์มบางที่มีความเครียดแล้ว พบว่า สำหรับการปลูกฟิล์มด้วยอัตราการปลูกสูงจะให้ร่องที่ลึกลงไปผิวของฟิล์มซึ่งเป็นกระบวนการในการผ่อนคลายความเครียดที่เกิดขึ้นในฟิล์มออกไป ซึ่งสอดคล้องกับที่พบในการทดลอง
5. พบว่าความน่าจะเป็นในการคงรูปของฟิล์มบางในโมเดลการจำลองการเกิดฟิล์มบางแบบเชิงเส้นขึ้นกับความสูงเริ่มต้นบนแผ่นรองรับ ขนาดของระบบที่ศึกษา และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ซึ่งทั้งหมดสเกลไปด้วยกันได้อย่างดีเยี่ยม

### การให้บริการทางวิชาการ

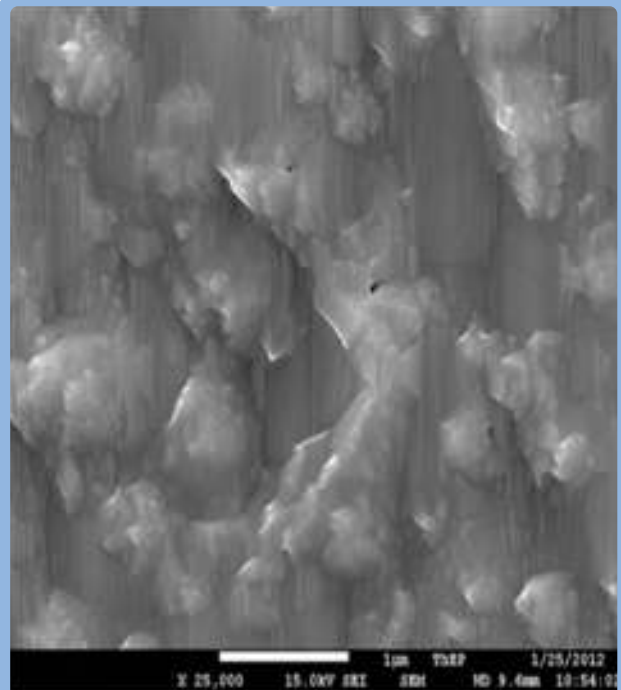
ให้บริการในการวัดสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบาง เช่น ความหนา ลักษณะพื้นผิว รวมถึงให้บริการวัดสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่าง ๆ และให้บริการกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (FESEM) แก่ห้องปฏิบัติการวิจัยต่าง ๆ ในศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์และหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนภายใต้นโยบายการบริหารของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์



J-V curve of small scale CIGS thin film solar cell (cell area = 0.515 cm<sup>2</sup>).



J-V curve of grid/bus-bar CIGS thin film solar cell (cell area = 5.75 cm<sup>2</sup>).



Surface of Cu-rich CIS epitaxial thin film on GaAs(110) substrate.

### สำนักติดต่อ

ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์สารกึ่งตัวนำ

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : +66 2218 5108

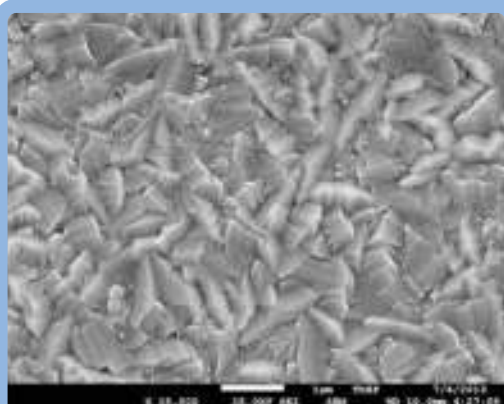
โทรสาร : +66 2218 5116

Email : Kajornyod.Y@chula.ac.th, Sojiphong.C@chula.ac.th

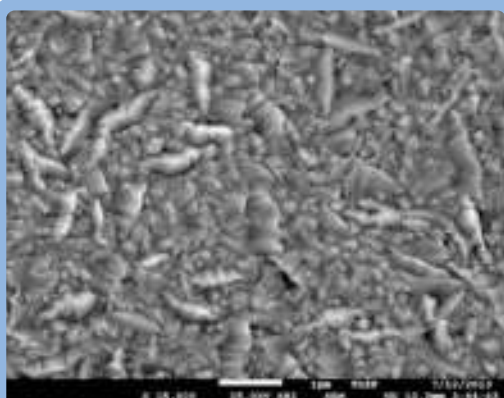
## Semiconductor Physics Research Laboratory



2012–2013 SPRL Group Members



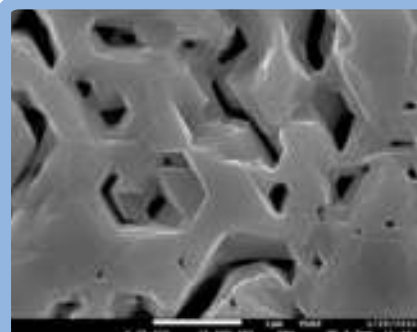
Surface of  $(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$  precursor with high excessive Se flux.



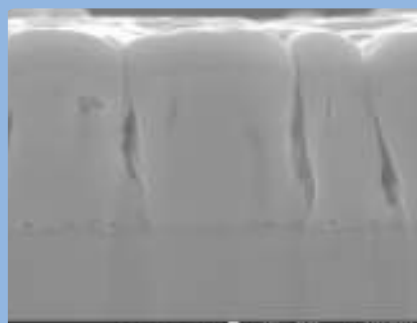
Surface of  $(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$  precursor with low excessive Se flux.

### Research Achievements

1. Able to fabricate the grid/bus-bar  $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  (CIGS) thin films solar cell on a 3 cm x 3 cm substrate with the efficiency in the order of 13%.
2. It was found that excessive amount of Se flux significantly affected surface morphology of  $(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$  precursor during the three-stage growth of CIGS thin films.
3. Significant differences are observed in the nature of the grain growth of the CIS epitaxial thin films on GaAs(111) and GaAs(110) substrates due to different strain relaxation mechanisms.
4. Mounded morphologies are observed in strained growth mode by computer simulation. The formation of pits is found to be the main strain-relieve mechanism at high deposition flux. This also qualitatively agrees with experimental results of the growth of strained epitaxial thin films.
5. Persistence probabilities of linear growth models are found to depend on the initial height on the substrate, system size, and the discrete sampling time. Excellent scaling behavior is observed.



Surface of Cu-rich CIS epitaxial thin film on GaAs(111) substrate



Cross-section of Cu-rich CIS epitaxial thin film on GaAs(111) substrate

### Academic Services

Services for the measurements of physical properties of thin films, e.g. thickness, surface morphology and characterization of various types of solar cells as well as Field-Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) services for laboratories of ThEP Center and other government and private organizations.

### Contact

Semiconductor Physics Research Laboratory  
Department of Physics, Faculty of Science, Chulalongkorn University  
Patumwan, Bangkok 10330, THAILAND  
Tel : +66 2218 5108  
Fax : +66 2218 5116  
Email : Kajornyod.Y@chula.ac.th, Sojiphong.C@chula.ac.th





รองศาสตราจารย์  
ดร.วิทยา อมรภิขันธ์  
Associate Professor  
Dr. Vittaya Amornkitbamrung

### คำย่อ

HT-CNT = Hydrothermally Deposited  
- Carbon Nanotube

ATH-CNT = Annealed-Hydrothermal  
MWCNT

FTO = F-doped  $\text{SnO}_2$

CCO = Calcium Cobalt Oxide

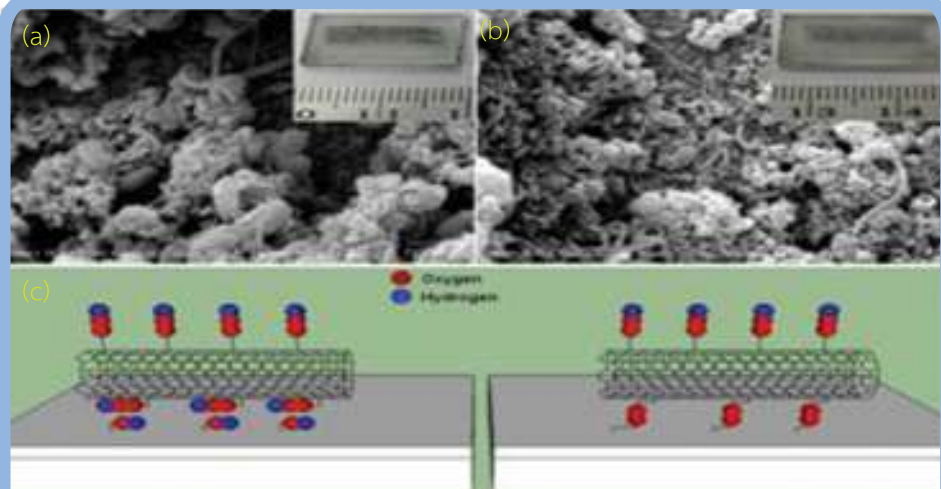
IRMOF-1 = Isoreticular Metal Organic  
Framework

SPS = Spark Plasma Sintering

## ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ของแข็ง

### ผลสัมฤทธิ์ด้านการวิจัย

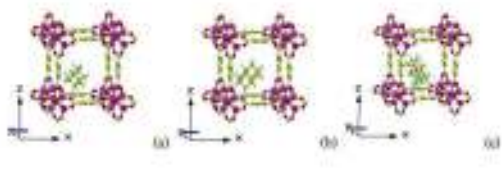
1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีค่า impact factor จำนวน 7 ผลงาน
2. นำเสนอผลงานวิชาการระดับนานาชาติ 1 ครั้ง
3. นำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ 2 ครั้ง



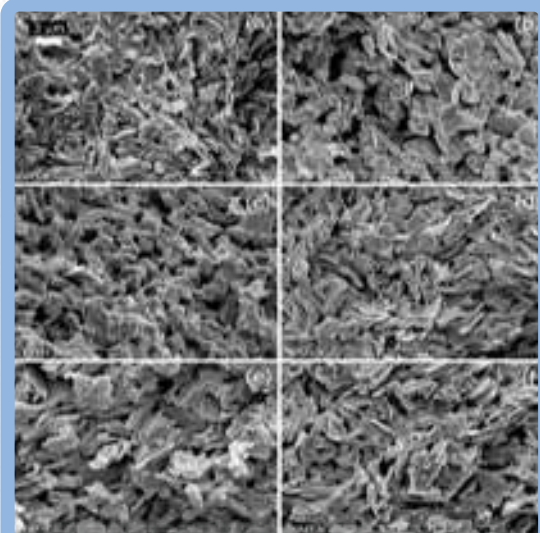
(a) Optical and SEM images of HT-CNT, (b) optical and SEM images of ATH-CNT, and (c) schematic presenting the functional groups of CNTs and FTO interaction.



After NiO thin film calcined at 300°C for one hour.



Best position of the molecules within the cavity of diamondoids IRMOF-1 (a) adamantane (b) diamantane, and (c) triamantane.



SEM micrographs of the sintered samples of (a) CCO349 (b) CCO-Cr, (c) CCO-Fe, (d) CCO-Ni, (e) CCO-Cu, and (f) CCO-Zn

### สมาคมฟิสิกส์

ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ของแข็ง

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จ.ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : +66 4320 3359

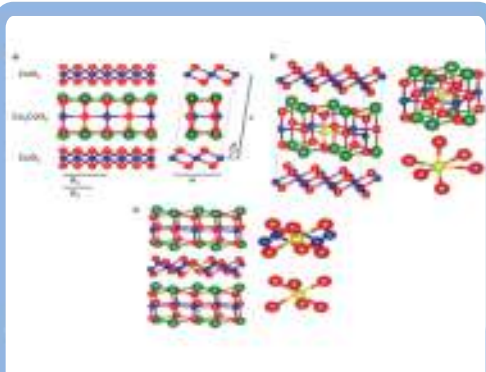
โทรสาร : +66 4320 3359

Email : vittaya@kku.ac.th

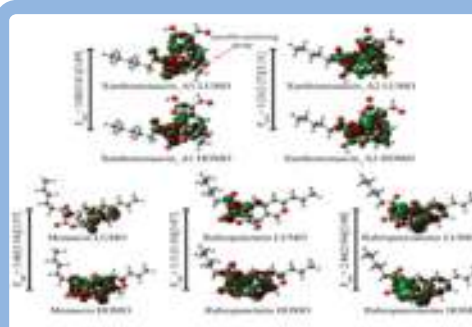
## Solid State Physics Research Laboratory

### Research Achievements

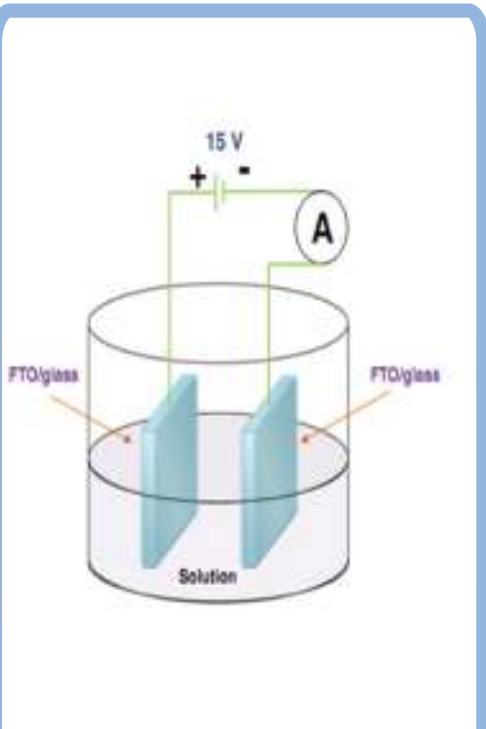
1. International Papers 7
2. International Conference 1
3. National Conference 1



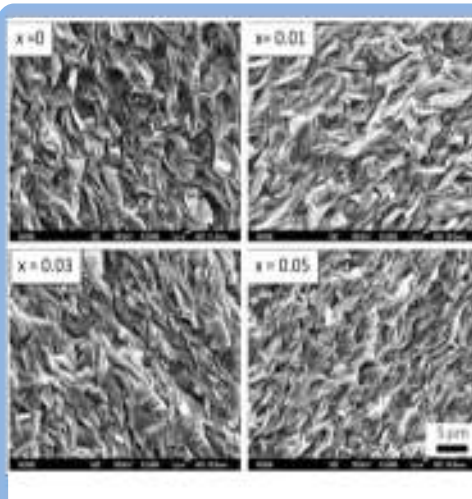
(a) The unit cell of  $[\text{Ca}_2\text{CoO}_3]_4[\text{CoO}_2]_6$ , a simplification of  $[\text{Ca}_2\text{CoO}_3]_4[\text{CoO}_2]_{1.61}$  for calculation, consisting of the  $\text{RS}$   $\text{Ca}_2\text{CoO}_3$  layer and the  $\text{CoO}_2$  layer. Models for which an Fe atom was substituted in (b) the  $\text{RS}$  layer and (c) the  $\text{CoO}_2$  layer. The green, blue, red and yellow spheres represent Ca, Co, O and Fe atoms, respectively.



Isopotential plot of frontier molecular orbital of Monascus dyes and their corresponding energy gap  $E_{\text{gap}}$  (eV) in vacuum, in water (are in parenthesis) and in methanol [are in blanket].



Schematic of the electrodeposition setup.



SEM images of the fractured surfaces of the SPS samples

### Contact

Solid State Physics Laboratory  
Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University  
Khon Kaen 40002, Thailand  
Tel : +66 4320 3359  
FAX : +66 4320 3359  
E-mail : vittaya@kku.ac.th

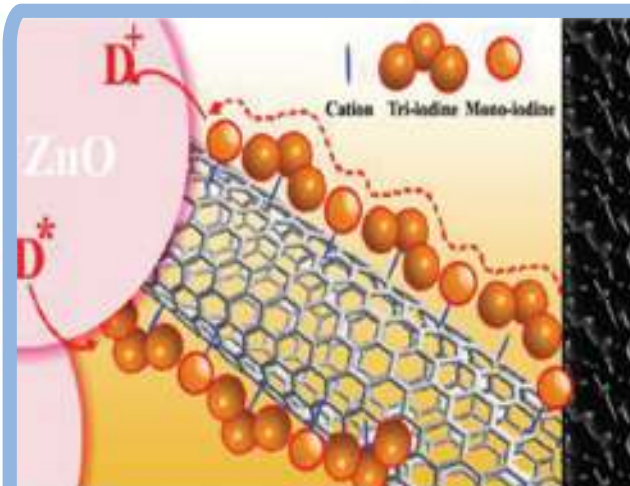


ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.สุภาพ ชูพันธ์  
Assistant Professor  
Dr. Supab Choopun

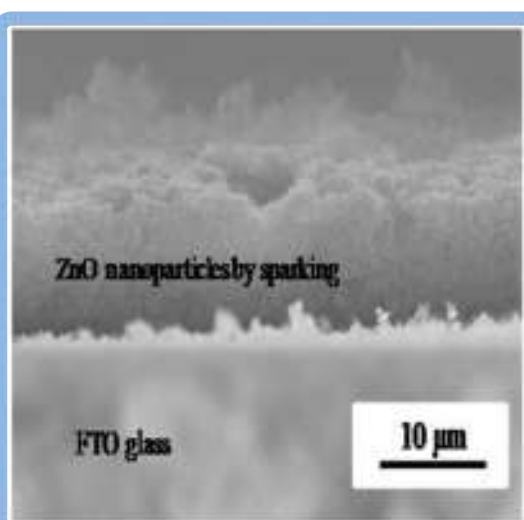
## ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์

### ผลสัมฤทธิ์ด้านการวิจัย

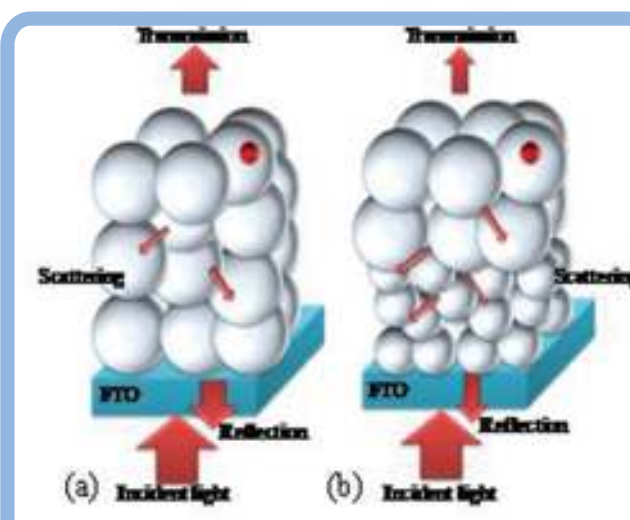
1. ได้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มการตอบสนองต่อไอออนของเซนเซอร์ที่เตรียมจากโครงสร้างนาโนของซิงก์ออกไซด์ที่เคลือบด้วยอนุภาคนาโนทองคำ
2. ได้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง โดยใช้เทคนิคโฟโตอิเล็กโตรดสองชั้น
3. ได้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้ท่อนาโนคาร์บอนเจือลงในอิเล็กโตรไลต์



Schematic diagrams of MWCNTs showing a ballistic transport of iodine ion from counterelectrode to photoelectrode.



Cross-sectional FE-SEM IMAGE OF ZnO film prepared by sparking in 100 cycles.



Schematic illustration of light scattering of (a) single layer and (b) double layer photoelectrodes.

### การให้บริการทางวิชาการ

1. นำเครื่องตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจรุ่นพกพาไปร่วมตรวจในกิจกรรมรณรงค์ขึ้นดอยของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. บรรยายพิเศษเกี่ยวกับการใช้เครื่องวัดตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง“เจ้าหน้าที่ตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดโดยใช้เครื่องมือวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ รุ่นที่ 2”

### สัมพันธภาพ

ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ : +66 5394 3375 ต่อ 11

โทรสาร : +66 5335 7511

Email : supab99@gmail.com Web page : www.aprlcmu.net



## Applied Physics Research Laboratory

### Research Achievements

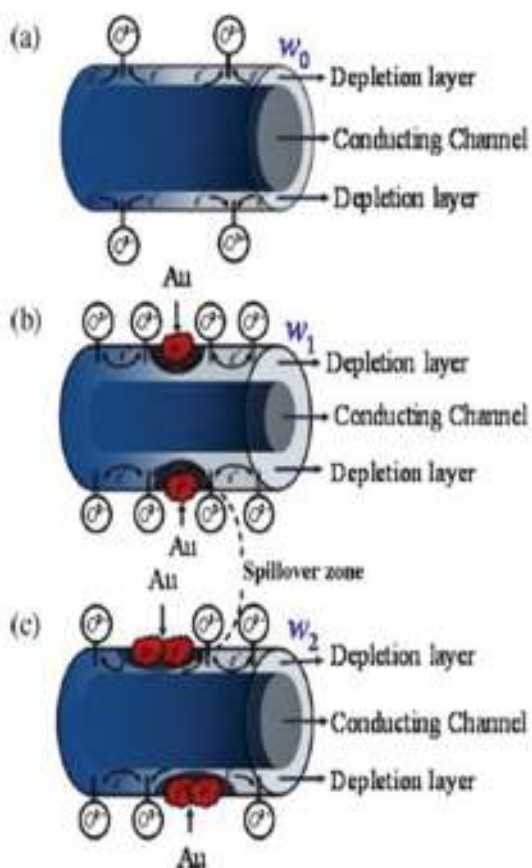
1. Understanding about sensor response toward ethanol of sensors based on ZnO nanostructures coated with gold nanoparticles.
2. Understanding about efficiency enhancement of DSSCs (Dye-sensitized solar cells) by double-layer photoelectrode.
3. Understanding about efficiency enhancement of DSSCs by using carbon nanotubes in electrolyte.

### Academic Services

1. Taking our portable alcohol breath meter to join "Walking-Up Doi Suthep" of Chiang Mai University.
2. Invited speaker for Workshop of "The Second Training Course for Technician of Alcohol Breath Meter"



Workshop of "The second Training Course for Technician of Alcohol Breath Meter".



Schematic diagrams of gold adsorbed on ZnO surface, (a) without gold, (b) with gold nanoparticle and (c) with large amount of gold nanoparticles.



Development of our alcohol breath meter.



Walking-Up Doi Suthep of Chiang Mai University.

### Contact

Applied Physics Research Laboratory  
Department of Physics and Materials Science, Faculty of Science  
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, THAILAND  
Tel. : +66 5394 3375 ext. 11  
Fax. : +66 5335 7511  
Email : supab99@gmail.com Web page : www.aprlcmu.net



ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.วันดี อ่อนเรียบร้อย  
Assistant Professor  
Dr. Wandee Onreabroy

## ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีฟิล์มบาง

### ผลสัมฤทธิ์ด้านการวิจัย

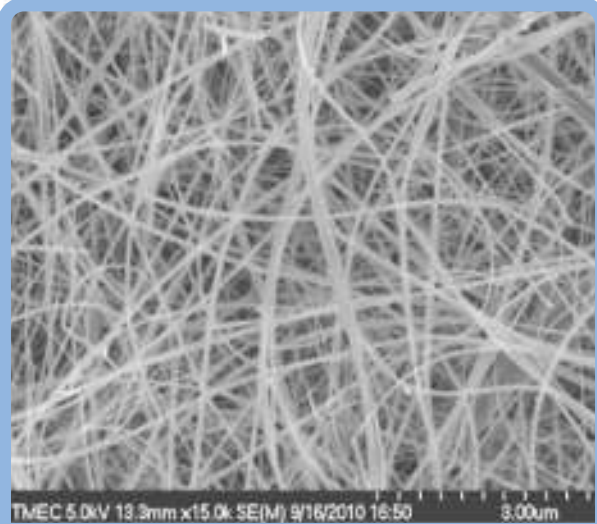
1. สามารถพัฒนาเทคนิคการเคลือบฟิล์มแม่เหล็กสังกะสีออกไซด์ที่เติมด้วยโคบอลต์โดยเทคนิคโซล-เจล
2. วิจัยและพัฒนาการเคลือบฟิล์มบาง  $\text{CuInSe}_2$  โดยวิธี spin coating เพื่อประยุกต์ใช้เป็นชั้นดูดกลืนแสงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$
3. การเคลือบไททาเนียมไดออกไซด์บนเส้นใยนาโน  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$  โดยการเตรียมแบบ Vapor-Solid-Liquid Technique ประยุกต์ใช้ในชั้น working electrode สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง
4. พัฒนาชั้นฟิล์มบางเคลือบแข็งเซอโรโคเนียมไนไตรด์ด้วยวิธี รีแอคทีฟ ดีซี แมกนีตรอน สเปตโตรริงภายใต้สภาวะการเคลือบที่ปราศจากการให้ความร้อนและการจ่ายศักย์ไฟฟ้าให้แก่วัสดุรองรับ

### การให้บริการทางวิชาการ

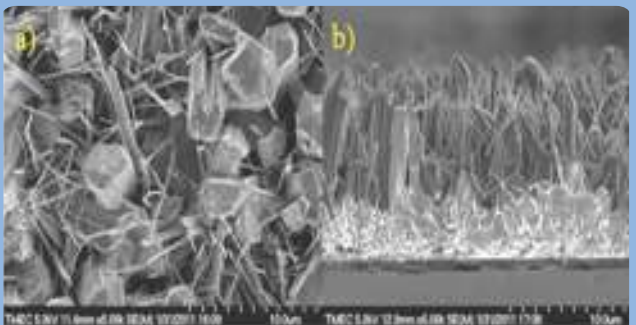
1. ให้คำปรึกษาเทคนิคการเคลือบฟิล์มด้วยวิธี sputtering และแก้ปัญหาการหลุดลอกของฟิล์มบนสินค้าประเภทตกแต่งเครื่องประดับเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าให้กับบริษัท สลาแมนเดอร์ จิวเวอรี่ จำกัด
2. มีความร่วมมือพัฒนางานวิจัยผ่านทางการเรียนรู้ร่วมอุตสาหกรรมกับบริษัทบางกอกโซลาร์จำกัด
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเคลือบฟิล์มด้วยวิธี Physical Vapor Deposition ให้กับบริษัทบางกอกโซลาร์จำกัด
4. มีความร่วมมือพัฒนางานวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$  บนแผ่นรองรับที่ยืดหยุ่นได้กับบริษัท Shanghai Shenke Photovoltaic Novel Material Co., Ltd. (ประเทศจีน)



Some of research facilities: Magnetron sputtering unit and electrical characterization (linear 4-point probe system).



SEM top view image of nanowire with thin  $\text{TiO}_2$  coating grown on ITO/borosilicate glass substrates.



SEM top view and cross sectional image of nanowire synthesized by 0.25 g SnO and 0.25 g Zn at  $T_{\text{source}} = 550^\circ\text{C}$  and  $T_{\text{substrate}} = 470^\circ\text{C}$  on ITO/borosilicate glass.



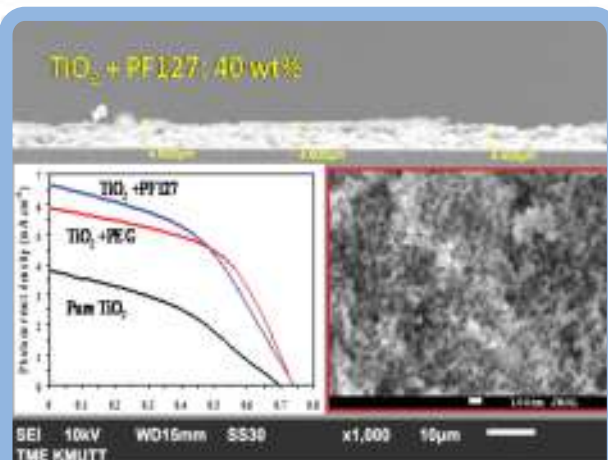
Images of electrochromic devices (left) bleaching state and (right) after applied voltage 3 V with 20 seconds.

### ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีฟิล์มบาง

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140  
โทรศัพท์ : +66 2470 8873  
โทรสาร : +66 2427 8785  
Email : wandeeon@yahoo.com, panita.chi@kmutt.ac.th



## Thin Film Technology Research Laboratory



SEM cross-section image of  $\text{TiO}_2$  + PF127 40 wt% mesoporous layers used in DSSC ( $J_{sc}$ =6.65  $\text{mA}/\text{cm}^2$ ,  $V_{oc}$ = 0.73 V, FF=45.5%, Eff =2.87 %).

### Research Achievements

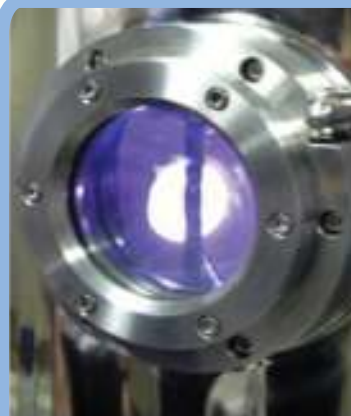
1. Able to develop the fabrication technique of Co added ZnO magnetic thin film prepared by sol-gel method.
2. Research and development of  $\text{CuInSe}_2$  thin film prepared by spin coating for  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$  thin film solar cell application.
3.  $\text{TiO}_2$ -coated  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$  nanowires fabricated via vapor-solid-liquid (VLS) mechanism for dye-sensitized solar cell (DSSC) application.
4. Development of zirconium nitride (ZrN) thin films prepared by the reactive DC magnetron sputtering with unheated and unbiased treatments.

### Academic Services

1. Give scientific advice concerning process development issues about decorative and jewelry coating with Salamander Jewelry Co., Ltd.
2. Research collaboration with Bangkok Solar Co., Ltd. via industrial cooperative learning program.
3. Give scientific advice concerning process development issues
4. about flexible  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$  thin film solar cells at Shanghai Shenke Photovoltaic Novel Material Co., Ltd. (People's Republic of China).



Researcher from Thin Film Technology Research Laboratory give scientific advice concerning sputtering process for R&D team of Bangkok Solar Co., Ltd.



Researchers from Thin Film Technology Research Laboratory give scientific advice concerning process development issues about decorative and jewelry coating with Salamander Jewelry Co., Ltd.

### Contact

Thin Film Technology Research Laboratory  
Department of Physics, Faculty of Science  
King Mongkut's University of Technology Thonburi  
Pracha Uthit, Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140, THAILAND  
Tel : +66 2470 8873  
Fax : +66 2427 8785  
Email : wandeon@yahoo.com, panita.chi@kmutt.ac.th