รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สังเคราะห์และศึกษาสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของสารประกอบ $CuCoO_2$

Synthesis and studying of thermoelectric properties of $CuCoO_2$ compound

ดร.เชรษฐา รัตนพันธ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สังเคราะห์และศึกษาสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของสารประกอบ $CuCoO_2$

Synthesis and studying of thermoelectric properties of $CuCoO_2$ compound

ดร.เชรษฐา รัตนพันธ์

QCH
ช ภ๑๕๓
2556

สรหมู่.....
เลขทะเบียน.....139824
รับ.เดือน.ปี.....18 ก.ย. 2558

.b.....12727842.....
.i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ ประเภทส่งเสริมนักวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ค่า *ZT* ของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกและวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกประเภทต่างๆ	4
3.1 ขั้นตอนการสังเคราะห์	6
4.1 Ball milled powder	7
4.2 Calcined powder	7
4.3 Sample-Sintered	8
4.4 กราฟ XRD ของสารตัวอย่าง $CuCoO_2$ ที่ผ่านการสังเคราะห์	9
4.5 ภาพ SEM ของสารตัวอย่าง $CuCoO_2$ ที่ผ่านการสังเคราะห์	9
4.6 กราฟ XPS ของสารตัวอย่าง $CuCoO_2$ ที่ผ่านการสังเคราะห์	10
4.7 Electrical conductivity ของ $CuCoO_2$	10
4.8 Seebeck coefficient ของ $CuCoO_2$	11
4.9 Power factor ของ $CuCoO_2$	11
4.10 Thermal conductivity ของ $CuCoO_2$	12
4.11 Figure of Merit (ZT) ของ $CuCoO_2$	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้สังเคราะห์และศึกษาสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของสารประกอบ $CuCoO_2$

2) ได้เป็นองค์ความรู้ใหม่สามารถนำไปเสนอในงานวิชาการต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

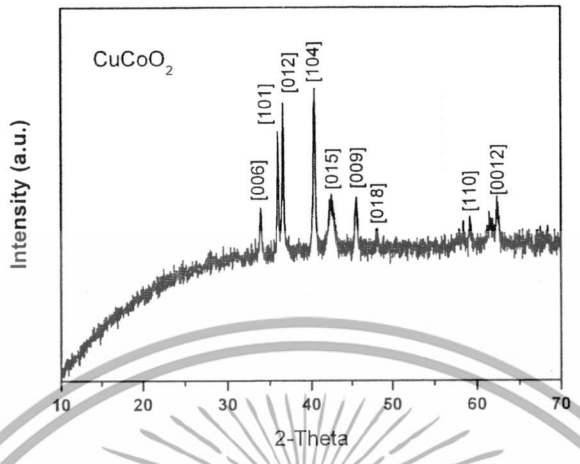
ในการสังเคราะห์สารประกอบ $CuCoO_2$ ใช้วิธี solid state reaction มีขั้นตอนการสังเคราะห์ ดังนี้ เริ่มต้นจากสารเคมีตั้งต้น CuO และ Co_3O_4 แล้วทำการสังเคราะห์ตามสูตรเคมี

$$3CuO + Co_3O_4 \rightarrow 3CuCoO_2 + (½)O_2$$

กระบวนการสังเคราะห์เริ่มต้นจากการนำสารตั้งต้นที่เป็นผงชั่งตามสัดส่วนโมลและผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาบรรจุในขวดพลาสติกเพื่อหมุนด้วยระบบหมุนผสมบด ball milling ที่มีเม็ดเซอร์โคเนียร์ เป็นตัวบดอยู่ภายในขวดและมีแอลกอฮอล์ช่วยในการบด จากนั้นนำผงเคมีที่ถูกผสมบดเปียกด้วยแอลกอฮอล์ไปอบจนได้ผงเคมีที่แห้งสนิท แล้วจึง นำไป calcine ที่อุณหภูมิ 1050 C เป็นเวลา 6 ชม. หลังจากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นเม็ดยา และ แท่งลูกบาสก์ 4 เหลี่ยมเพื่อเผา sinter ที่อุณหภูมิ 1050 C เป็นเวลา 12 ชม เพื่อให้สารประกอบชนิดโครงสร้าง Delafossite โดยมีขั้นการเตรียมสารประกอบแสดงรูปที่ 3

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟ XRD ของสารตัวอย่าง $CuCoO_2$ ที่ผ่านการสังเคราะห์

4.1.2 Scanning electron microscope(SEM)

ภาพ SEM แสดงผลึกของสารประกอบ $CuCoO_2$ delafossite ที่ได้สังเคราะห์ขึ้น จากภาพ SEM แสดงขนาดระดับมากว่า 10 ไมครอน และแสดงภาพของผลึกที่เกิดได้อย่างสมบูรณ์

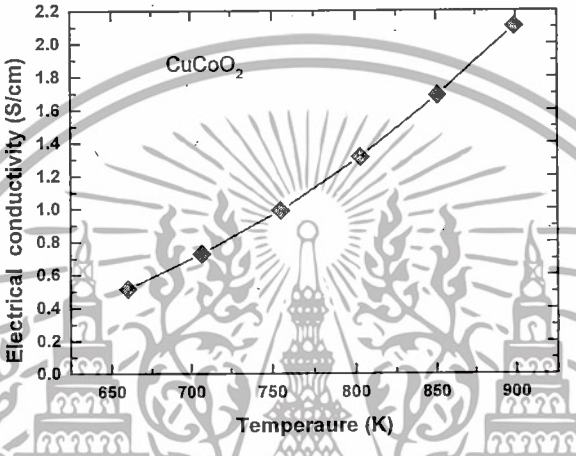
รูปที่ 4.5 ภาพ SEM ของสารตัวอย่าง $CuCoO_2$ ที่ผ่านการสังเคราะห์

4.1.3 X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

ผลของผล XPS แสดงถึงการวัดองค์ประกอบของสารสารประกอบ $CuCoO_2$ delafossite ที่ได้สังเคราะห์ขึ้น โดยยืนยันผลว่า มีองค์ประกอบของ Cu Co และ O เกิดขึ้นในสารประกอบจริง

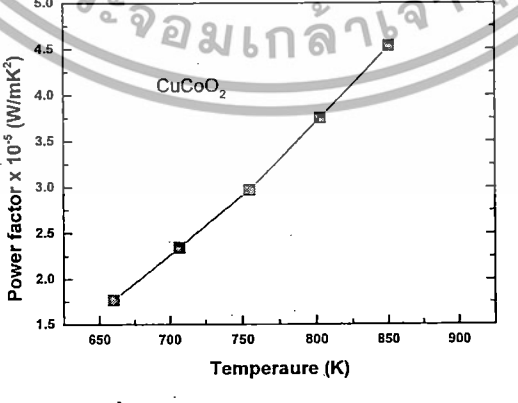
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

900 K ดังกล่าวนั้นเป็นค่าแสดงความเป็น เทอร์โมอิเล็กทริกสูงที่สูงมาก และทุกช่วงอุณหภูมิค่าของ S มีค่าเป็นบวก นั้นแสดงว่าสารประกอบ CuCoO2 แสดงสมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริกชนิดบวก แต่ค่า S จะลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ลดลงไม่มากหนัก โดยมีค่า 450 uV/K ที่ อุณหภูมิ 900 K แต่ก็ยังเป็นค่าที่สูงมาก ดังนั้นจึงถือได้ว่า สารประกอบ CuCoO2 นั้นแสดงค่า S ที่สูงที่มาก ที่อุณหภูมิสูง



รูปที่ 4.8 Electrical conductivity ของ $CuCoO_2$

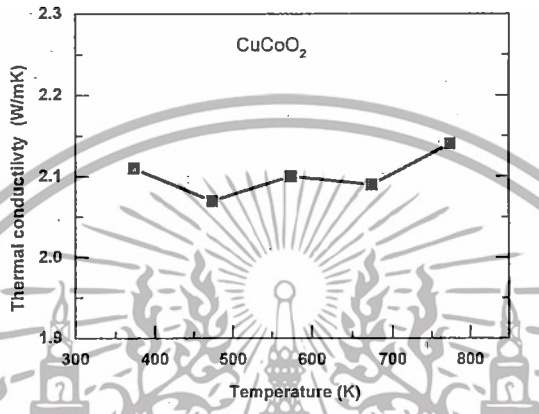
สำหรับค่าสภาพนำไฟฟ้า (σ)ของสารประกอบ CuCoO2 ที่สังเคราะห์นั้น ค่า σ ได้ถูกวัดในช่วงของอุณหภูมิ 600 K (323 C) ถึง 900 K (623 C) จากกราฟค่าของσ เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ โดยค่าของ σ มีค่าตั้งแต่ 0.5 S/cm ที่ อุณหภูมิ 600 K จนถึง 2.2 S/cm ที่ อุณหภูมิ 900 K ซึ่งค่าดังกล่าวนั้นเป็นค่าที่แสดงการนำไฟฟ้าแบบสารกึ่งตัวนำ



รูปที่ 4.9 Power factor ของ $CuCoO_2$

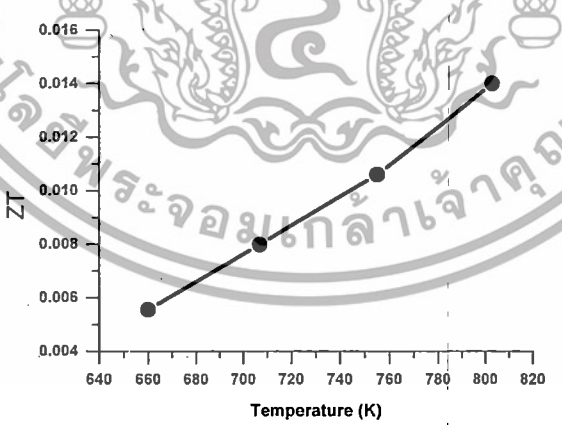
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power factor (PF) ซึ่งคำนวณได้จาก $PF=S^2\sigma$ โดยค่า S และค่า σ จะเป็นค่าที่ได้จากการวัดตามอุณหภูมิ จากกราฟค่าของ PF เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ตั้งแต่ 650K จนถึง 850 K แล้วลดค่าลง โดยมีค่าระหว่าง 1.7×10^{-5} (W/mK^2) ถึง 4.5×10^{-5} (W/mK^2)



รูปที่ 4.10 Thermal conductivity ของ $CuCoO_2$

ค่าสภาพนำความร้อน (**Thermal conductivity** ของ K) ของสารประกอบ CuCoO2 ที่สังเคราะห์ซึ่งมีค่าเกือบคงที่ มีค่าประมาณ 2.1 W/mK



รูปที่ 4.11 Figure of Merit (ZT) ของ $CuCoO_2$

ค่า dimension less Figure of Merit (ZT) ของสารประกอบ CuCoO2 ที่สังเคราะห์ขึ้น มีค่ามากที่สุดในการทดลองนี้ คือ 0.014 ที่อุณหภูมิ 850 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1]J. Li, W. Liu, L. Zhao and M. Zhou, NPG Asia Mater. 2 (2010) 152–158.
[2]G. J. Snyder, E. S. Toberer, Nature Materials 7 (2008) 105–114.
[3]D. Kenfaui, D. Chateigner, M. Gomina, J. G. Noudem, J. Alloys Compd. 490 (2010) 472–479.
[4] H. Ohta, K. Sugiura, K. Koumoto, J. Inorg. Chem. 47 (2008) 8429–8436.
[5] T. Seetawan, V. Amornkitbamrung, T. Burinprakhon, S. Maensiri, P. Tongbai, K. Kurosaki, H. Muta, M. Uno and S. Yamanaka, J. Alloys Compd. 416 (2006) 291– 295.
[6] Michitaka Ohtaki, Micro Review, Special Issue.
[7] T. Kajitani, T. Nozaki, K. Hayashi, Advances in Science and Technology, 74 (2010) 66–71.
[8] M.A. Marquardt, N.A. Ashmore, D.P. Cann, Thin Solid Films 496 (2006) 146–156.
[9] M. Beekman, J. Salvador, X. Shi, G.S. Nolas, J. Yang, J. Alloy Compd. 489 (2010) 336–338.
[10] V. Eyert, R. Frésard, A. Maignan, Phys. Rev. B 78 (2008) 052402.
[11] Chesta Ruttanapun, Aree Wichainchai, Wutthisak Prachamon, Anucha Yangthaisong, Anek Charoenphakdee and Tosawat Seetawan, Journal of Alloys and Compounds 509 (2011), pp. 4588-4594.
[12] D. J. Singh, PHYSICAL REVIEW B 76, 085110 (2007).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

บทความเผยแพร่

1) **C. Ruttanapun**, B. Boonchom, M. Thongkam, S. Kongtaweelert, A. Wichainchai, C. Thanachayanont, A. Charoenphakdee, "**Thermoelectric properties of n-Type $CuFe_{0.95}Pb_{0.05}O_2$ Delafossite type-oxide**", 2nd Southeast Asia Conference on Thermoelectrics 2012 (SACT 2012), 30th October, 2012, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, Thailand, pp. 17.

2) **C. Ruttanapun**, S. Kahatta, W. Techitdheera, N. Vittayakorn, B. Boonchom, M. Thongkam, S. Kongtaweelert, A. Wichainchai, A. Harnwunggmoung, A. Charoenphakdee, **"Synthesis and Thermoelectric Properties of $Cu_{0.95}Pt_{0.05}Fe_{0.97}Sn_{0.03}O_2$ Delafossite-Oxide"**, The 8th Asian Meeting on Ferroelectrics (AMF8), 9-14 Dec 1012, Pattaya, Thailand, pp. 48-49.

3) **C. Ruttanapun**, D. Naenkieng, A. Harnwunggmoung, and A. Charoenphakdee, **"Temperature dependence of thermoelectric properties of p-type $CuCoO_2$ delafossite oxide"** , The 32nd international conference on thermoelectrics, Jun 30 to July 4, 2013, Kobe, Japan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1]

2nd Southeast Asia Conference on Thermoelectrics 2012
30th October, 2012, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, Thailand

SACT 2012

www.sact2012.com

Thermoelectric properties of *n*-Type $CuFe_{0.95}Pb_{0.05}O_2$ Delafossite type-oxide

C. Ruttanapun[a,e1*], B. Boonchom[b,c,e2], M. Thongkam[b,e3], S. Kongtaweelert[b,e4], A. Wichainchai[a,e5], C. Thanachayanont[d,e6], A. Charoenphakdee[e,e7]

[a] Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

[b] Department of Chemistry, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand

[c] King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Chumphon Campus, 17/1 M. 6, Phathiew District, Chumphon, 86160, Thailand

[d] National Metal and Materials Technology Center (MTEC), National Science and Technology Development Agency, 114 Thailand Science Park, Phahonyothin Rd., Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand

[e] Thermoelectrics and Nano Technology Research Center, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi 60 Moo 3, Asian Highway, Huntra Phranakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

[e1]krchesta@kmitl.ac.th, [e2]kbbanjon@gmail.com, [e3]mjacky27@hotmail.com, [e4]smart75@hotmail.com, [e5]kkwaree123@gmail.com, [e6]chanchm@mtec.or.th, [e7]xoxo_destiny@hotmail.com

Abstract

The thermoelectric effect refers to a phenomenon whereby a gradient of temperature is converted directly into an electrical current and vice versa. The thermoelectric generators can be used to convert waste heat produced by various sources to electrical power. The performance of the thermoelectric material is determined by the dimensionless Figure of Merit, $ZT=T(\sigma S^2/\kappa)$, where T is the absolute temperature, S is the Seebeck coefficient, σ and κ are the electrical and thermal conductivity, respectively. In this work, the delafossite sample of $CuFe_{0.95}Pb_{0.05}O_2$ was synthesized by a solid state reaction method. The XRD results of $CuFe_{0.95}Pb_{0.05}O_2$ sample reveals peaks of the phase of hexagonal delafossite-type structure for space group: R $\bar{3}$ m corresponding to the standard ICSD: 01-075-2146 for the $CuFeO_2$ delafossite-based. The result of thermal conductivity of 1 to 1.5 W/mK for the $CuFe_{0.95}Pb_{0.05}O_2$ sample in high temperature 300 to 960 K is lower than that of the $CuFeO_2$ sample-based (3.5 to 6 W/mK). This effect contributes from the large atomic mass of the Pb substitution for Fe in $CuFeO_2$. Other properties of thermoelectric ($S, \sigma, S^2\sigma$ and ZT) at high temperature will be reported.

Keyword: Thermoelectric materials, Delafossite oxide, Thermal conductivity, $CuFeO_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[3]

MENU

- Top
- Iketani Session
- Award Lecture
- Oral - July 1st

Co-Organizers

Iketani Science and Technology Foundation

Thermoelectrics Society of Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[3]ได้รับรางวัล Best Paper Award จากบทความวิจัยเรื่อง "Thermoelectric Properties of Sn2+-Substituted CuFeO2 Delafossite-Oxide" ในงานประชุมวิชาการนานาชาติ International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2013) ระหว่างวันที่ 21-24 สิงหาคม 2556 จัดโดย King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand (KMITL) ร่วมกับ Tokai University, Japan และ Fukuoka Institute of Technology, Japan

Reviewer

[1] JOURNAL OF APPLIED PHYSICS

ประสบการณ์งานวิจัย

พ.ศ. 2542 – 2546

เป็นผู้**ช่วยวิจัย:** โครงการคอมพิวเตอร์จำลองแบบเซลล์แสงแดดคลับแซนด์วิชใน 2 มิติ ทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (สกว.) หนึ่งในชุดโครงการพัฒนาเซลล์แสงแดดไทยสู่ความเป็นเลิศ โดย ผศ. บำรุง สมสวัสดิ์ เป็นหัวหน้าโครงการ ปฏิบัติงาน ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2546 – 2555

ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัย

งาน: ห้องปฏิบัติการวิจัยการจำลองขนาดใหญ่ Large Scale Simulation Lab (LSR)

ฝ่าย: หน่วยวิจัยสารสนเทศ การสื่อสารและการคำนวณ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

มีงานวิจัยดังนี้

1) โครงการพัฒนาโปรแกรมและจำลองแบบด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (2546-2552)

1.1) โครงการ 3-D Finite Element Solar Cell simulation

1.2) โครงการพัฒนาโค้ดคำนวณแบบขนาน Parallel FEM Toolkit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้