

รายการอ้างอิง

- [1.] Kayani, A.N. Deposition and Characterization of Diamond-Like Carbon Films With and Without Hydrogen and Nitrogen. Doctoral dissertation, Department of Physics and Astronomy the College of Arts and Science Ohio University, 2003.
- [2.] Robertson, J. Properties of diamond-like carbon. *Surf. Coat. Technol.* 50(1992): 185-203.
- [3.] Grill, A. Electrical and optical properties of diamond-like carbon. *Thin Solid Films* 355,356 (1999): 189-193.
- [4.] Robertson, J. Diamond-like amorphous carbon. *Material science and engineering.* R37(2002): 129-281
- [5.] Robertson, J. Defect in diamond-like carbon. *Phys. Stat. Sol. (a)*.186(2001): 177-185
- [6.] Monaghan, D.P, Laing, K.C, Logan, P.A, Teer, P. and Teer, D.G., *Materials World*1(6): 347-349
- [7.] Zellama Kacem. Tetrahedral carbons. *Solid State & materials Science.* 4(1999):34-38
- [8.] อัญชัญ หมวกงาม. *ภาวะการสังเคราะห์และลักษณะเฉพาะของรามานสเปกโทรสโกปีของฟิล์มบางคาร์บอนคล้ายเพชรตกสะสมโดยเทคนิคอาร์เอฟ-พีอีซีวีดี.* วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- [9.] Staryga, E. Bak, G.W. Relation between physical and electrical properties of diamond-like carbon thin films. *Diamond&Related Material.* 14(2005)23-34
- [10.] Holland, L, Inst.P, F. *Vacuum Deposition of Thin Films*, sixth printing, Chapman and Hall Ltd, 1970.
- [11.] Chapman, Brian. *Glow Discharge Process Sputtering and plasma etching*, awiley-interscience publication
- [12.] ธนุสิทธิ์ นุรินทร์ประโคน. *การเตรียมฟิล์มบางโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง.* วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- [13.] Lu, Z.G. and Chung, C.Y. 2008. Electrochemical characterization of diamond like carbon thin films. *Diamond and Related Materials* : (article in press)

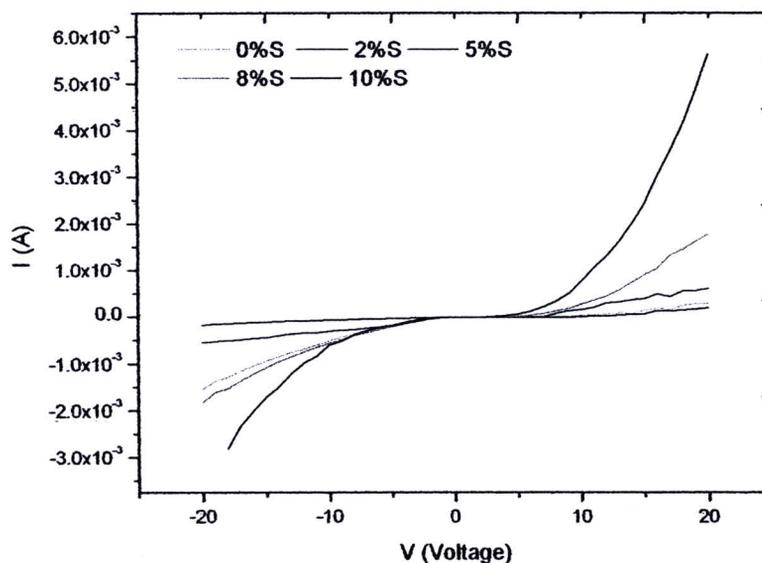
- [14.] Onoprienko, A.A. Artamonov, V.V. and Yanchuk, I.B.. Effect of magnetron discharge power on the resistivity and microstructure of carbon films. *Surface & coatings Technology* 200(2006):4174-4178.
- [15.] Namwoong Paik. Raman and XPS studies of DLC films prepared by magnetron sputter-type negative ion source. *Films Surface & coatings Technology* 200(2005):2170-2174.
- [16.] M.Vojs et al., Properties of amorphous carbon layer for bio-tribological applications. Article in press
- [17.] Wei Chen, Dongchen Qi, Xingu Gao, Andrew Thye Shen Wee. Surface transfer doping of semiconductors. *Progree in Surface Science*. 84(2009):279-321.
- [18.] Gerger, I., Haubner, R. Gradient layers of boron-doped diamond on titanium substrates. *Diamond and Related Materials*. 16(2007):899-904.
- [19.] A. Sikora, Berkesse, A.et al., Structural and electrical characterization of boron-containing diamond-like carbon films deposited by femtosecond pulsed laser ablation. *Solid State Sciences*. (2008):1-4.
- [20.] Haubner, R. Comparison of sulfur, boron, nitrogen and phosphorus additions during low-pressure diamond deposition. *Diamond &Materials*. 14(2005) 355-363.
- [21.] Kahn, Markus et al., Properties of DLC and Nitrogen-Doped DLC Films Deposited by DC Magnetron Sputtering. *Plasma Process. Polym*. 4(2007): s200-s204.
- [22.] Hamilton, T. et al., X-ray absorption of nitrogen-doped amorphous carbon films for determining sp^2/sp^3 bonding concentrations. *Radiation Physics and Chemistry*. 75(2006)1613-1616.
- [23.] Zhang, S. et al., A phenomenological approach for the I_D/I_G ratio and sp^3 fraction magnetron sputtered a-C films. *Surface & coatings Technology*_123(2000):256-260.
- [24.] Kundoo, S, Saha, P, Chattopadhyay, K.K. Electron field emission from nitrogen and sulfur-doped diamond-like carbon films deposited by simple electrochemical route. *Materials Letters* 58(2004)3920-3924.

- [25.] Aryal, Hare Ram et al., Characteristics of nitrogen doped diamond-like carbon thin films grown by microwave surface-wave plasma CVD. *Diamond and Related Materials* 15(2006)1906-1908.
- [26.] Gheeraert, E. Casanova, N. et. al. n-Type doping of diamond by sulfur and phosphorus. *Diamond and Related Materials* .11: 289-295.
- [27.] Ghodbane, S. et al., n-type phosphorus-doped polycrystalline diamond on silicon substrates. *Diamond and Related Materials* .17(2008):1324-1329.
- [28.] Nishitani-Gamo, Mikka, Yasu, M.E. et.al. Sulfur-doped homoepitaxial (001) diamond with n-type semiconductive properties. *Diamond and Related Materials*. 9: 941-947.
- [29.] Xiaojun, Rongbin Li., Hesheng, Hu, Shen. and Xianchang, He.. Co-doping of sulfur and boron in CVD-diamond. *Materials Letters* 358(November 2000): 1835-1838.
- [30.] Kumari, Latha and Subramanyam, S V. Structural and electrical properties of amorphous carbon-sulfur composite films. *Materials Sciences*. 27(2004):289-294.
- [31.] Omer, Ashraf M.M. et al. Iodine doping in amorphous carbon thin-films for optoelectronic devices. *Physic B* 376-377(2006):316-319.
- [32.] Schreder, Bianca and Kiefer, wolfgang, *Handbook of raman spectroscopy from the research laboratory to the process line*, 2001.
- [33.] แม้น อมรสิทธิ์. *หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ*, ชวนพิมพ์ ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ, 2535
- [34.] Honglertkongsakul, K. May, P.W. and Paosawatyanong, B. 2010. Electrical and optical properties of diamond-like carbon films deposited by pulsed laser ablation. *Diamond and Related Materials*. 19: 999-1002.
- [35.] อารีย์ วิเชียรฉาย. *เครื่องมือและการวัดทางฟิสิกส์ของสารกึ่งตัวนำ*, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2539
- [36.] Runyan, W.R., *Semiconductor Measurement and Instrumentation, special circuits* Department Texas Instrument Incorporated ,1975
- [37.] ดุสิต เครื่องงาม. *โซลิตสเดทฟิสิกส์*. กรุงเทพมหานคร. ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2535.

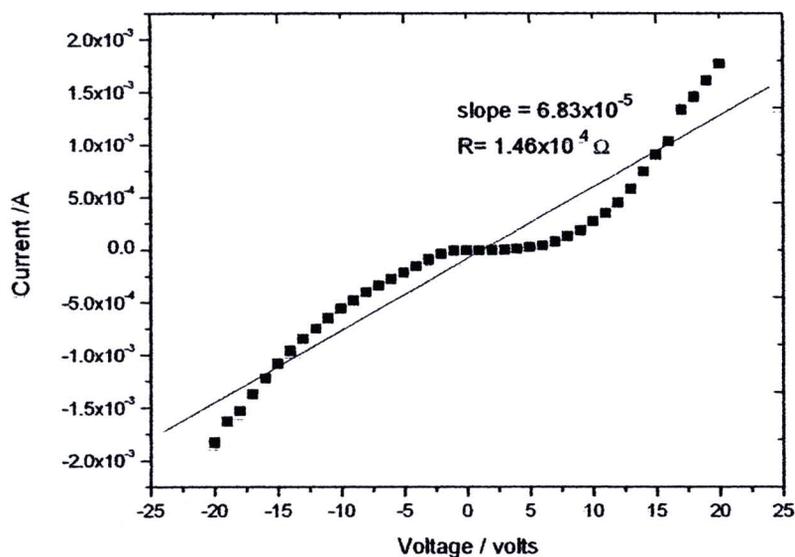
- [38.] ดุสิต เครื่องงาม. *สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ฟิสิกส์ เทคโนโลยี และการใช้งาน เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
- [39.] กฤษณา ศิริเลิศมุกด , เครื่องมือวิจัยทางวัสดุ: กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์,วารสารศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- [40.] Hiroyuki Fujiwara, *Spectroscopic Ellipsometry principles and applications*, John wiley & Sons, Ltd
- [41.] Morshed, M.M. Cameron, D.C. et.al.. Optical properties of DLC films deposited by the saddle field fast atom neutral beam source. *Journal of Materials Processing Technology*. 169(2005):219-222.
- [42.] ณัฐพร พรหมรส . *การออกแบบและลักษณะเฉพาะของหัวดีซีแมกนีตรอนสเปคโตรริง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สมบัติทางไฟฟ้าที่อัตราส่วนซิลเฟอร์ 0-10%



รูปที่ ก.1 ตัวอย่างลักษณะของกระแสและความต่างศักย์ของผลของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อซิลเฟอร์ที่ใช้เป็นเป้าต่อลักษณะการนำไฟฟ้าของฟิล์ม DLC



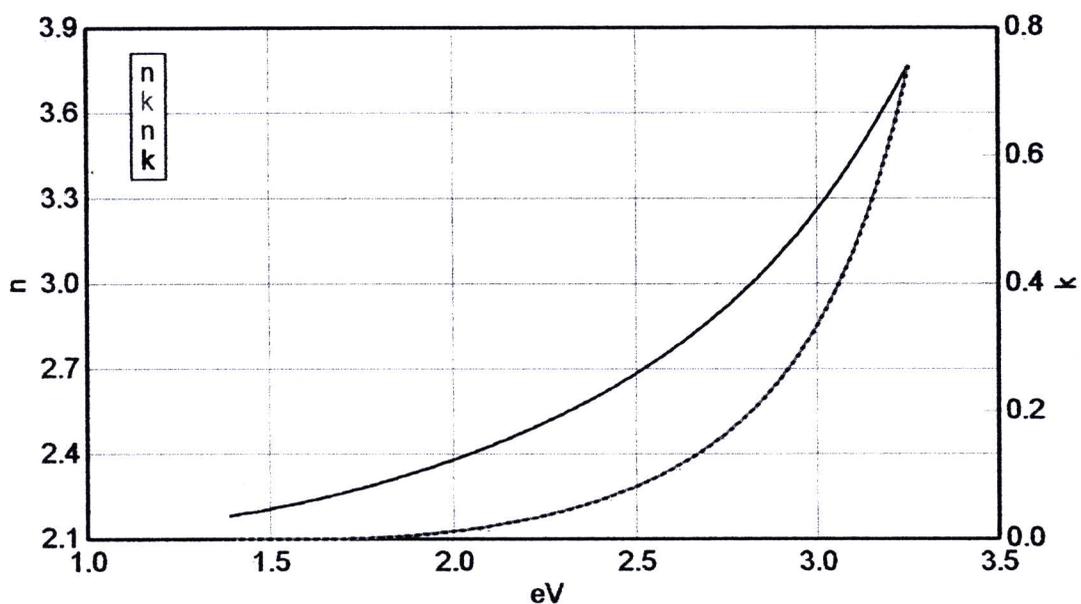
รูปที่ ก.2 ตัวอย่างฟิตกราฟเส้นตรง (Fit Linear) ของลักษณะของกระแสและความต่างศักย์ของฟิล์ม DLC ที่เจือซิลเฟอร์ 8%

ภาคผนวก ข

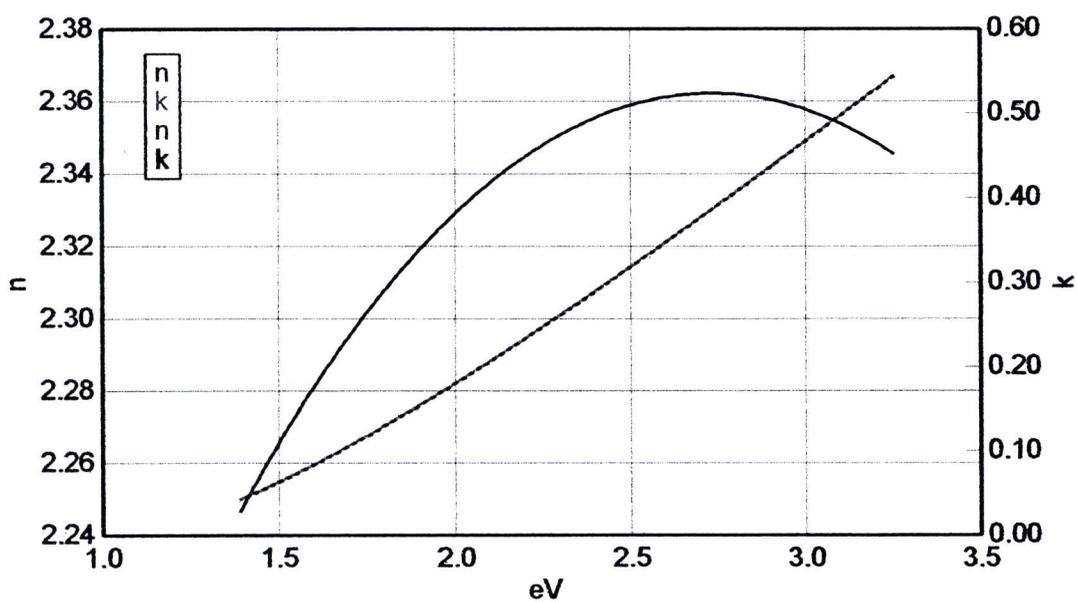
ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการฟิตโมเดล Tauc- Lorence เงื่อนไขความต่างศักย์ 500V ที่
อัตราส่วนซิลเฟออร์ 0-10%

โดย n กราฟเส้นปะ คือเส้นที่เป็นโมเดล และ n กราฟเส้นทึบคือ ค่าที่ได้จากการทดลอง

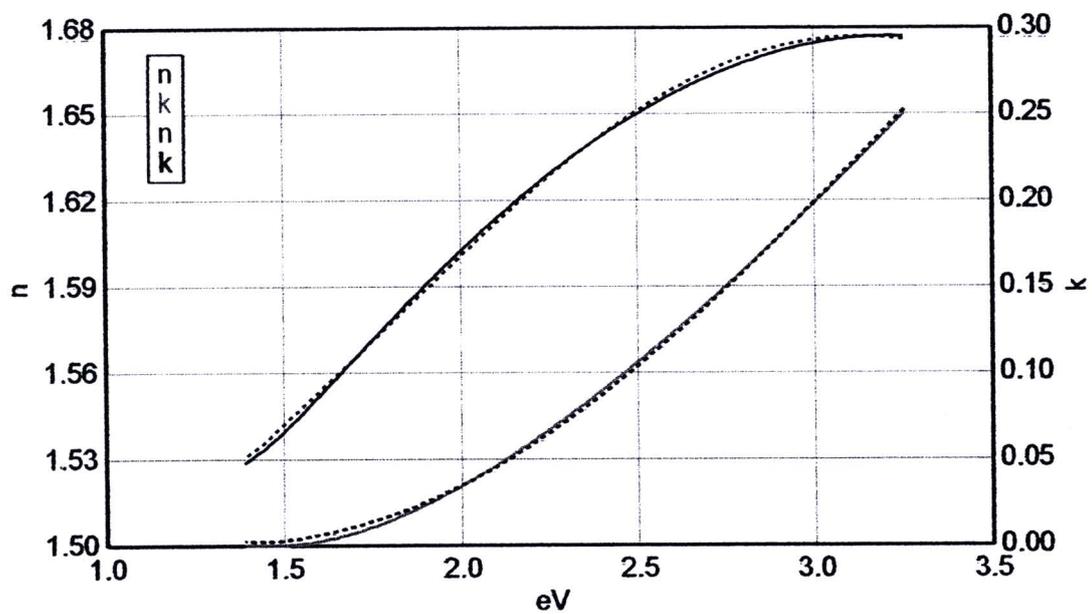
K กราฟเส้นปะ คือเส้นที่เป็นโมเดล และ k กราฟเส้นทึบคือ ค่าที่ได้จากการทดลอง



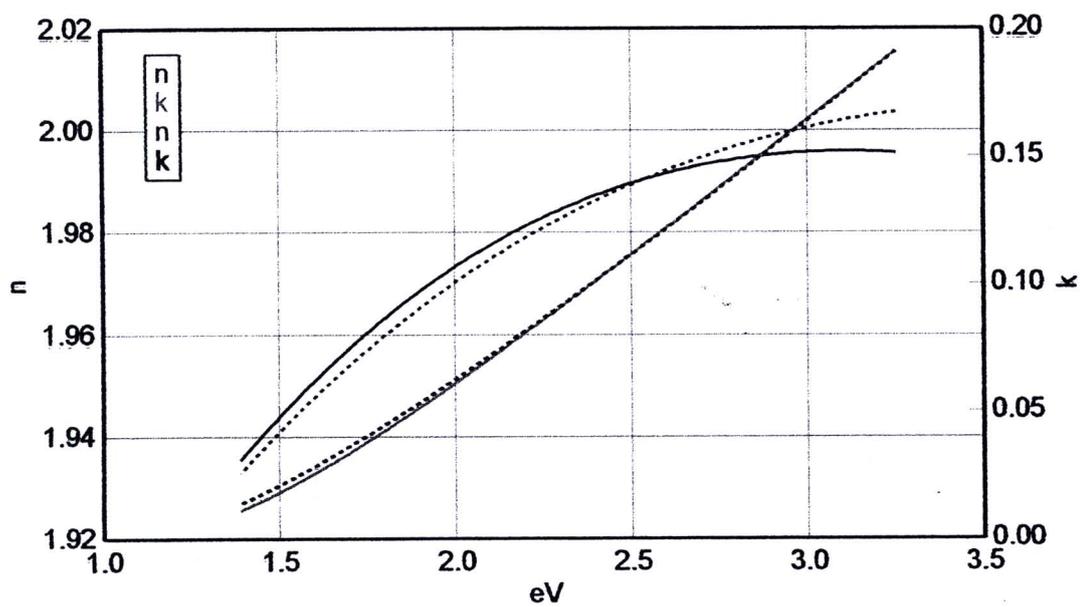
(a) DLC ที่อัตราส่วนซิลเฟออร์ 0%



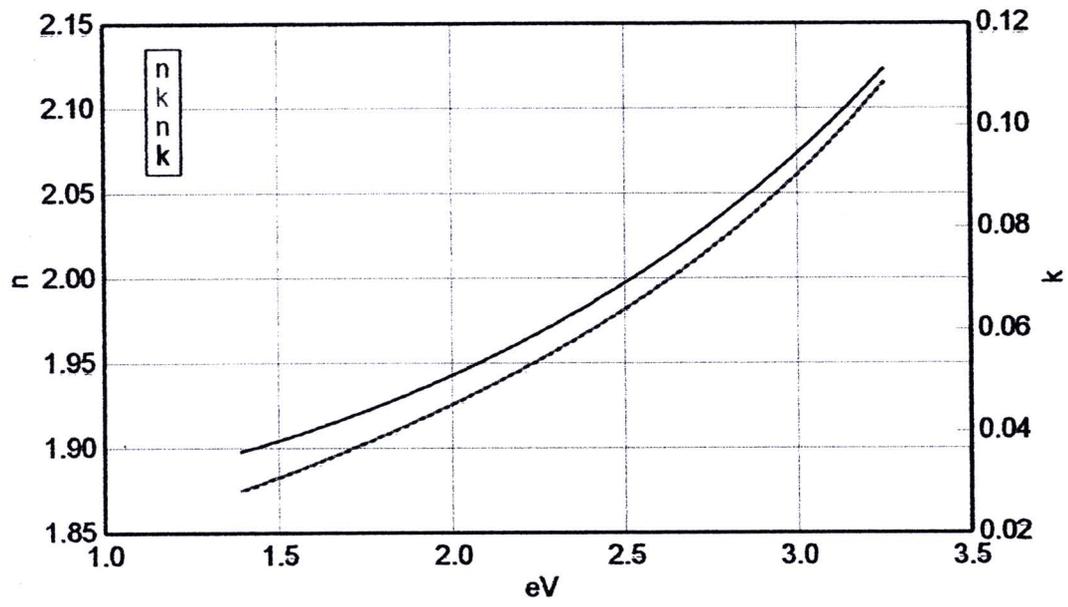
(b) DLC ที่อัตราส่วนซิลเฟออร์ 2%



(c) DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอน 5%



(d) DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอน 8%

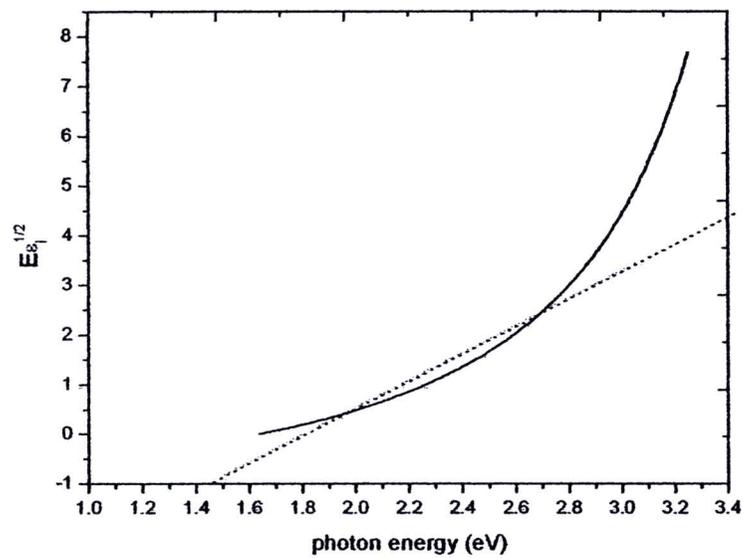


(e) DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอน 10%

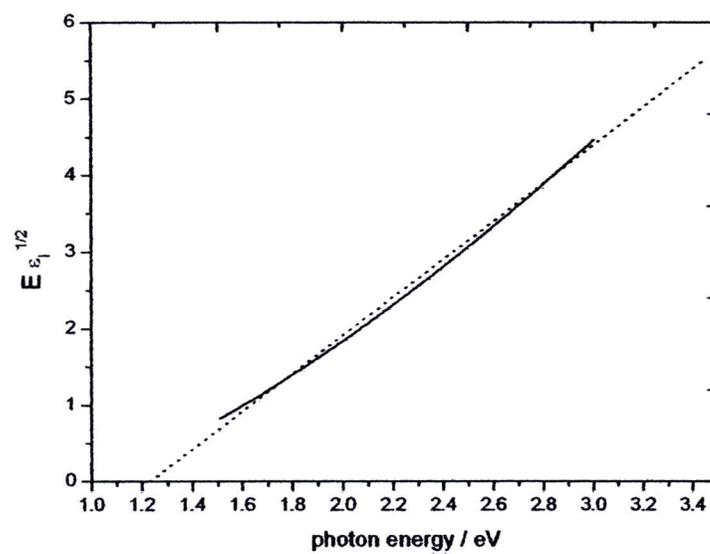
ภาคผนวก ค

วิเคราะห์กราฟที่ได้จากการคำนวณหาค่าแถบพลังงานจากสเปกโตรสโคปิกอิลลิปโซเมทรี
สามารถคำนวณได้ 2 วิธีซึ่งให้ผลค่าแถบพลังงานที่ใกล้เคียงกัน

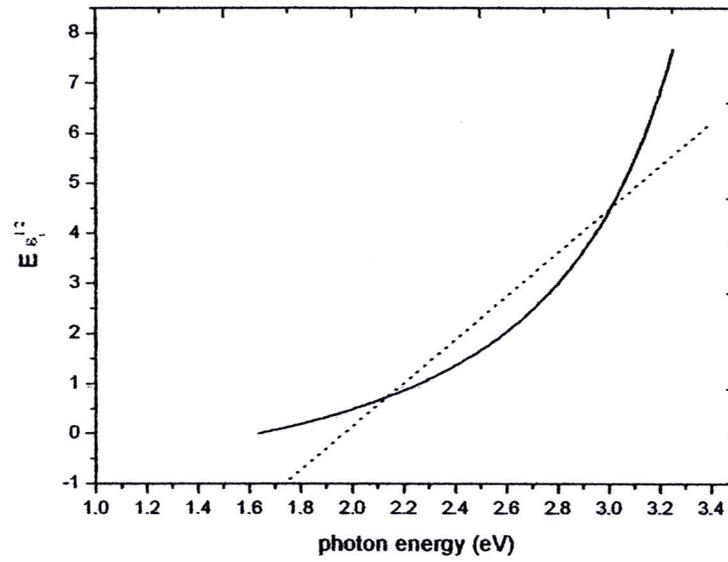
วิธีที่ 1 Fit linear



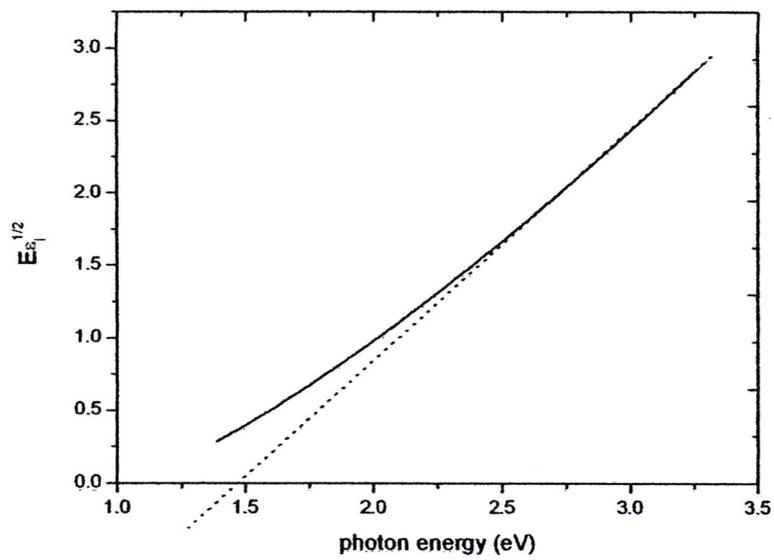
(a) DLC ที่อัตราส่วนฟลูออรีน 0%



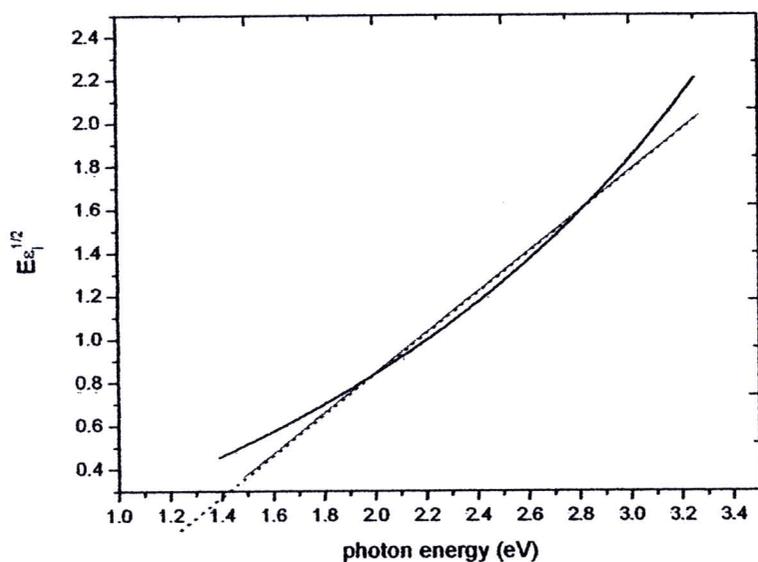
(b) DLC ที่อัตราส่วนฟลูออรีน 2%



(c) DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอน 5%



(d) DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอน 8%



(e) DLC ที่อัตราส่วนซิลเฟอร์ 10%

วิธีที่ 2 Simulation Solver

ใช้ Solver ในการประมาณค่า E_g และ B (ค่าคงที่ Tauc ที่ได้จากการคำนวณ)

จาก สมการที่ (5)
$$\varepsilon_i(E) = \frac{B(E - E_g)^2}{E^2}$$

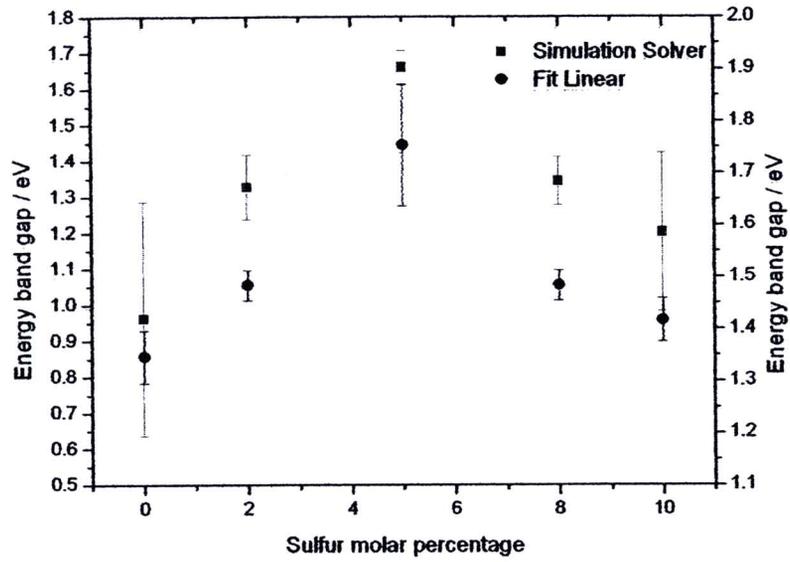
จะได้ว่า
$$\text{Simulation} = \frac{B(E - E_g)^2}{E^2}$$

$$\text{Raw data} = (2nk)$$

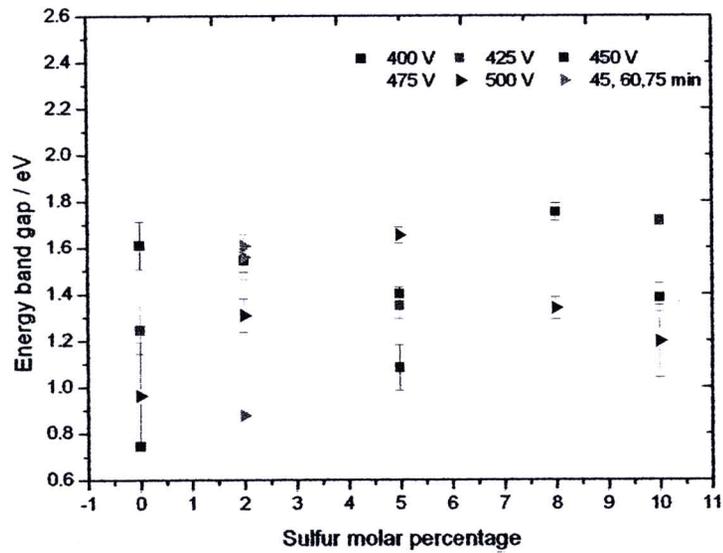
$$\text{Difference} = |(2nk) - \text{Simulation}|$$

$$R^2 = 1 - \frac{[\sum_i (2nk) - \text{Avg.} \sum_i (2nk)]^2}{[(\sum_i 2nk) - \text{Simulation}]^2}$$

และนำข้อมูลจากทั้ง 2 วิธีมาพล็อตกราฟเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ ค.1 และ ค.2



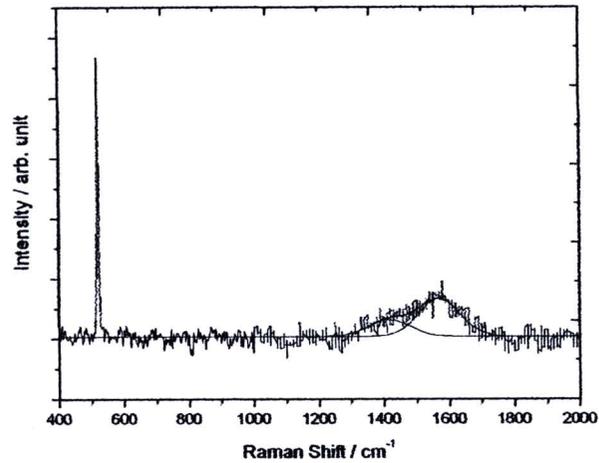
รูปที่ ค.1 แถบพลังงานของฟิล์ม DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอนต่อซิลเฟอร์ 0-10% โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการ Simulation และ Fit linear



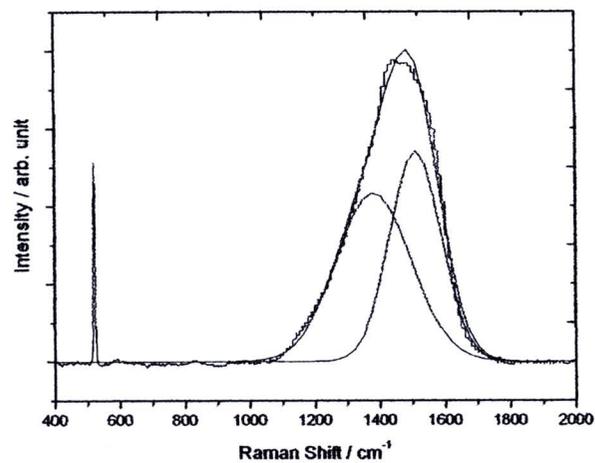
รูปที่ ค.2 แถบพลังงานของฟิล์ม DLC ที่อัตราส่วนคาร์บอนต่อซิลเฟอร์ 0-10% ความต่างศักย์ 400-500V และ ที่เวลา 30-75 min

ภาคผนวก ง

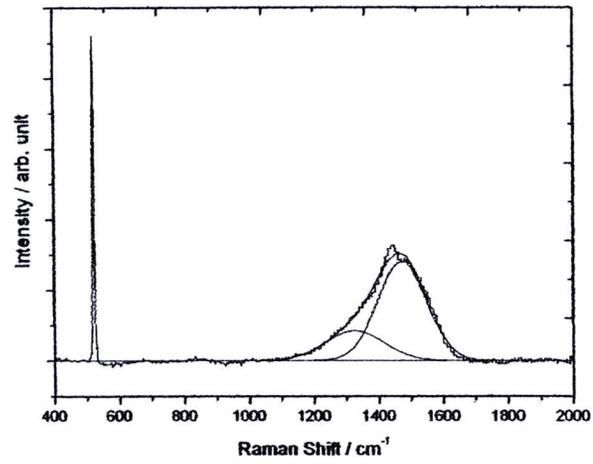
ตัวอย่างสเปกตรัมการกระเจิงแบบรามานของฟิล์ม DLC ที่อัตราส่วนปริมาณคาร์บอนต่อซิลเฟออร์ 0-10% โดยใช้ Fit Gaussian (2peak) ภายใต้เงื่อนไขความดัน 8×10^{-2} torr บนตัวรองรับเวเฟอร์ ซิลิคอน ชนิดพี



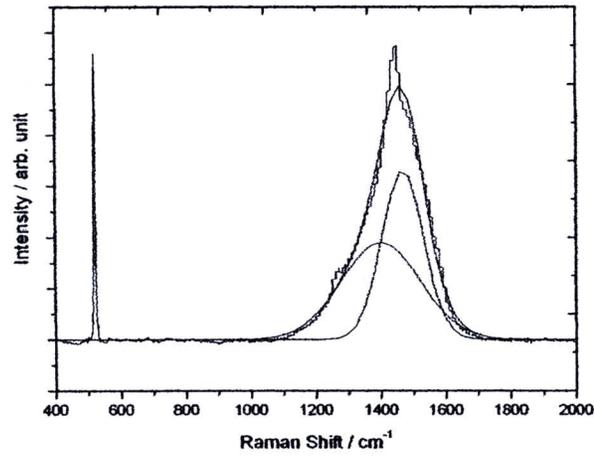
รูปที่ ง.1 ฟิล์ม DLC



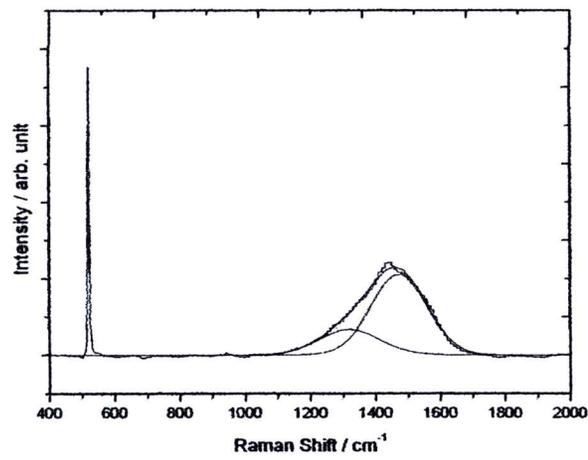
รูปที่ ง.2 ฟิล์ม DLC เจือซิลเฟออร์ 2%



รูปที่ ๓.3 พิล์ม DLC เจือซัลเฟอร์ 5%



รูปที่ ๓.4 พิล์ม DLC เจือซัลเฟอร์ 8%



รูปที่ ๓.5 พิล์ม DLC เจือซัลเฟอร์ 10%

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์



นางสาวอรุณญา แซ่เฮ้ง เกิดเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2528 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปีการศึกษา 2547 จากโรงเรียนสภาราชนิ จังหวัดตรัง จากนั้นเข้าศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒวิทยาลัย และสำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ในปีการศึกษา 2550 และได้ทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2553

การประชุมวิชาการที่เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัย

1. นำเสนอผลงานเรื่อง Synthesis of diamond like carbon films using dc magnetron sputtering method ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 วันที่ 15-17 ตุลาคม 2552 ณ โรงแรมเดอะ ไทด์ รีสอร์ท (หาดบางแสน) จังหวัดชลบุรี
2. นำเสนอผลงานเรื่อง Effect of Sulfur doped Diamond-like Carbon Films on the electrical Properties by DC Magnetron Sputtering ในการประชุมวิชาการ 2nd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2010) วันที่ 5-10 มีนาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเมโจ เมืองนาโกย่า ประเทศญี่ปุ่น
3. นำเสนอผลงานเรื่อง Deposition and characterization of diamond like carbon film using DC magnetron sputtering method ในการประชุมวิชาการ SPC 2010 วันที่ 25-27 มีนาคม 2553 ณ โรงแรมริเวอร์แคว วิลเลจ จังหวัดกาญจนบุรี
4. นำเสนอผลงานเรื่อง Sulfur doped diamond-like carbon nanofilms deposited by sputtering method ในการประชุมวิชาการ และนิทรรศการนานาชาติ NanoThailand 2010 วันที่ 18-20 พฤศจิกายน 2553 ณ อาคารศูนย์ประชุมอภุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี

