ฐานันต์ จันทร์แจ่มศรี : การใช้เทคนิควิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อศึกษาโครงสร้างพื้นฐานของฟิล์มคาร์บอนที่มีลักษณะคล้ายเพชร (ADVANCED CHARACTERIZATION STUDIES OF THE LOCAL STUCTURE OF DIAMOND-LIKE CARBON FILMS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล, 130 หน้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุคาร์บอนที่เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการปลูกฟิล์ม โดยคาร์บอนมีคุณสมบัติตามโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบเพชร หรือ sp^3 จะให้คุณสมบัติด้านความแข็งแรงกับวัสดุที่ถูกเคลือบและมีความเป็นฉนวนไฟฟ้า ในขณะที่คาร์บอนมีโครงสร้างแบบกราไฟต์ หรือ sp^2 จะทำให้ผิววัสดุมีความลื่น ความวาว และการนำไฟฟ้าที่ดี เป็นต้น หากนำคาร์บอนทั้งสองชนิดมารวมกันเราจะเรียกวัสดุนี้ว่าคาร์บอนที่มีโครงสร้างคล้ายเพชร โดยคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวขึ้นอยู่กับสัดส่วนโครงสร้างของคาร์บอนแต่ละชนิด หากมีปริมาณ sp^3 ที่มาก ตัวคาร์บอนฟิล์มจะมีความแข็งแรงเป็นคุณสมบัติที่โดดเด่น ในทางกลับกัน หากโครงสร้างของคาร์บอนมีปริมาณ sp^2 ที่มากกว่า sp^3 ก็ส่งผลให้มีคุณสมบัติของความลื่น ความวาว ที่ผิววัสดุ และการนำไฟฟ้าอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติที่เกี่ยวเนื่องกับสัดส่วนของโครงสร้างที่เป็นผลมาจากปริมาณของ sp^2 และ sp^3 จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม ด้วยเหตุที่กล่าวไปข้างต้นผู้จัดทำจึงได้ศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มจากชิ้นงานตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนของรังสีเอกซ์ในย่านพลังงานต่ำ (NEXAFS) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้าในโครงสร้างคาร์บอน รวมถึงศึกษาความไม่เป็นระเบียบของโครงสร้างด้วยเทคนิครามาน (Raman spectroscopy) อีกทั้งปริมาณของ sp^2 และ sp^3 ในโครงสร้างของคาร์บอนยังถูกจำแนกด้วยวิธีสเปคโตรสโคปีของอนุภาคอิเล็กตรอนที่ถูกปลดปล่อยด้วยรังสีเอกซ์ (XPS)

ด้วยเหตุนี้ กระบวนการเตรียมฟิล์มจึงเป็นหนึ่งปัจจัยที่จะได้มาซึ่งคุณสมบัติของฟิล์มตามที่ต้องการ ผู้จัดทำยังได้มุ่งเน้นไปที่การปลูกฟิล์มด้วยเทคนิคทางเคมีด้วยพลาสม่า (PECVD) โดยศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ ของระบบ PECVD ที่ใช้ในการปลูกฟิล์ม ได้แก่ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ เวลาในการปลูกฟิล์ม ความดันในห้องทดลอง เป็นต้น โดยฟิล์มที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์โครงสร้างของคาร์บอนด้วยเทคนิคตามที่กล่าวมาข้างต้น โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของคาร์บอนฟิล์มเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรต่าง ๆ อย่างเห็นได้ชัด อันได้แก่ความไม่เป็นระเบียบของโครงสร้างเพิ่มขึ้นเมื่อให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการปลูกที่มากขึ้น พร้อมทั้งส่งผลให้มีสัดส่วนของคาร์บอนแบบ sp^2 ที่มากขึ้นด้วย

ให้คุณสมบัติใหม่ที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลาย เช่น การเติมโลหะเงิน (Ag) เข้าไปในโครงสร้างของคาร์บอนฟิล์มจะสามารถลดการก่อตัวของแบคทีเรียได้ จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้กับผ้าพันแผล หรือการเติมไทเทเนียม (Ti) เพื่อลดแรงเสียดทานบนผิวชิ้นงาน เป็นต้น ในงานนี้ ผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเติมโลหะสังกะสี (Zn) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการก่อตัวของโรคกระดูกพรุนได้ โดยมักจะพบได้ในผู้สูงวัย เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งฟิล์มที่สนใจ คาร์บอนจะถูกเตรียมด้วยระบบ CVD พร้อม ๆ กับการเติม Zn ลงไปในโครงสร้างด้วยระบบสปัตเตอร์ (sputtering system) ผู้จัดทำมุ่งหวังเป็นอย่างยิ่งที่จะทราบถึงพฤติกรรมของ Zn ที่ได้ไปอยู่ในโครงสร้างของคาร์บอน โดยปริมาณ Zn ที่มากขึ้นในเนื้อฟิล์มถูกยืนยันด้วยเทคนิค XPS และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิครามานสเปกโทรสโกปี พบว่าเมื่อมีปริมาณ Zn ที่มากขึ้น คาร์บอนฟิล์มจะมีความไม่เป็นระเบียบมากขึ้นตามไปด้วย ยังส่งผลไปถึงความเป็นรูพรุนของฟิล์มที่มากขึ้นตามผลการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุ (Indentation Hardness Test) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการดูดกลืนของรังสีเอกซ์ (XAS) พบว่า Zn มีเลขออกซิเดชันเป็นศูนย์ และไม่ได้สร้างพันธะกับคาร์บอนในโครงสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

THANUN CHUNJAMESRI : ADVANCED CHARACTERIZATION STUDIES OF THE LOCAL STUCTURE OF DIAMOND-LIKE CARBON FILMS) THISIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAYOON SONGSIRIRITTHIGU, Ph.D. 130 PP.

This thesis was made for studying the properties of carbon which is appropriate for films deposition. Generally, carbon has 2 mains hybridization structure. Diamond structure C-sp^3 qualify the strength properties. While, the graphite structure C-sp^2 qualify silky, low friction and high electric conductivity etc. The combination of these structures was widely called diamond-like carbon (DLC). DLC properties depend on ratio of C-sp^2 and C-sp^3. If the fraction C-sp^3 is high, it's will show majority in strength and high hardness properties. In the other hand, If the fractions C-sp^2 is high, it qualifies silky, low friction and high electric conductivity as major properties. However, properties which is related to its structure ratio depend on selection for the advantage in Industrial. From above reason, the commercial sample was studied as one part in this work. Its electronic structure was studies by near edge X-ray absorption fine structure (NEXAFS), synchrotron techniques. Carbon film were also studied disordering properties by Raman spectroscopy techniques. And the fraction of carbon sp^2 and sp^3 was classified by using X-ray photoelectron spectroscopy techniques (XPS).

According to DLC structure, films preparation process is also important factor for requesting the films properties. We focus on films preparations by using plasm enhance chemical vapor deposition techniques (PECVD). The condition of PECVD system was studied such as influence of power, time dependence, and working

pressure etc. Prepared films were characterized by above techniques. In detail of results, carbon structure was obviously related with deposited conditions. For example, higher generating power affect to increasing in films disordering which is measured by Raman spectroscopy. And it also related to increasing in C-sp^2 fractions explained by XPS results etc.

Nowadays, there are more research studying doping metal to DLC structure for solving its properties and export to new applications. We focus studying behavior of zinc in diamond-like carbon structure which deposited by combination of chemical vapor deposition (CVD) and sputtering technique. Variation of Zn concentrations were studied. Zn-DLC were characterized based-on synchrotron techniques. In details, increasing in Zn concentration were performed by XPS. Also, its affect to disordering of DLC structure which is confirmed by Raman spectroscopy. Film's thickness was investigated by laser microscopy techniques as in order 1 micron. Zn content also related to highly films porosity which confirmed by indentation hardness test. From X-ray absorption spectroscopy technique (XAS) results, Zn behave majority metallic state in oxygen and carbon environment as neighboring atoms. It indicates non-bonding of zinc core-shell atom. It also shows a good agreement with electronic structure in Carbon K-edge spectra by NEXAFS results.

School of Physics

Academic Year 2020

Student's signature _____

Advisor's signature _____

Co-advisor's signature _____

Co-advisor's signature _____

Co-advisor's signature _____