

การเปรียบเทียบสมบัติของฟิล์มดีแอลซี ซึ่งเตรียมด้วย เทคนิคต่างๆ ในอุตสาหกรรมการผลิตหัวอ่าน-เขียนข้อมูล

Comparison of DLC Film Properties Produced by Various Deposition Techniques for Read-Write Head

ลัชชาพันธ์ รักษาธรรม* วิสุทธิ์ จูติรุ่งเรือง**

*สาขาวิชาเทคโนโลยีการบันทึกข้อมูล วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาสมบัติของฟิล์มไดมอนด์ไลค์คาร์บอน หรือฟิล์มดีแอลซี (Diamond Like Carbon film: DLC film) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกเทคนิคการเคลือบฟิล์มที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ในการลดความหนาของฟิล์มดีแอลซี (DLC film) เพื่อรองรับการเพิ่มความสามารรถในการจุข้อมูลของฮาร์ดไดรฟ์ เทคนิคการเคลือบหัวอ่าน-เขียนที่จะทำการเตรียมฟิล์มบางดีแอลซี ได้แก่ เทคนิค Direct Current Filtered Cathodic Arc (DC-FCA), Pulse Filterd Cathodic Arc (Pulse-FCA) และ Ion Beam Deposition (IBD) โดยตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ ฟิล์มดีแอลซี (DLC film) ที่ความหนา 50, 20, 5, 2.5 และ 1 นาโนเมตร และเทคนิคที่จะใช้ในการทดสอบสมบัติของฟิล์มดีแอลซี (DLC film) ได้แก่ การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยเทคนิครามานสเปกโตรสโกปี (Raman spectroscopy), การทดสอบสมบัติเชิงกล (ความแข็ง) ด้วยเครื่องนาโนอินเดนเตอร์, การศึกษาความหนาแน่นของฟิล์มด้วยเทคนิคเอกซเรย์ฟลักโตเมตรี (X-Ray Reflectometry) และทดสอบความต้านทานต่อการกัดกร่อน(Corrosion protection) ด้วยเทคนิคการจุ่มกรด (Acid dip test) จากการทดลองพบว่า เทคนิคการเคลือบฟิล์มดีแอลซีที่จะสามารถนำมาใช้ในการลดความหนาของฟิล์มบางดีแอลซี (DLC film) บาง (ระดับต่ำกว่า 2 นาโนเมตร) ได้ โดยที่ยังคงไว้ซึ่งสมบัติด้านความแข็ง ความต้านทานต่อการกัดกร่อน และความหนาแน่นของฟิล์มสูง ได้แก่ เทคนิค Pulse-FCA และรองลงมาคือเทคนิค DC-FCA

คำสำคัญ : ฟิล์มไดมอนด์ไลค์คาร์บอน เทคนิคการเคลือบฟิล์มดีแอลซี ไดรกเคอเรนต์ฟิลเตอร์คาร์โทดิกอาร์ค

พัลส์ฟิลเตอร์คาร์โทดิกอาร์ค ไอออนบีมเดโพสิชัน

Abstract

The objectives of the research were to study DLC film properties to identify the thin Diamond Like Carbon film (DLC film) deposition technique that produces coatings with superior quality on the hard disk drive read-write head. Deposition techniques that were used to prepare thin DLC films were Direct Current Filtered Cathodic Arc (DC-FCA), Pulse Filtered Cathodic Arc (Pulse-FCA) and Ion Beam Deposition (IBD). DLC thickness values of 50, 20, 5, 2.5 and 1 nm were investigated. The DLC film properties were tested with Raman spectroscopy, hardness test, X-Ray Reflectometry (XRR) to determine

เอกรังสีเป็นเอกลักษณ์ที่ส่งผ่านวัสดุที่โปร่งใสและมีการหักเหที่แน่นอน เมื่ออยู่ใต้เห็นใช้เก็บรายละเอียดที่มากกว่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

film density and acid, dip test to determine corrosion protection. The results showed that the DLC deposition techniques that produced superior coatings of DLC overcoat for read-write head is Pulse-FCA and DC-FCA respectively.

Keywords : Diamond Like Carbon film, DLC deposition technique, Direct Current Filtered Cathodic Arc, Pulse Filtered Cathodic Arc, Ion Beam Deposition

1. บทนำ

ฟิล์มดีแอลซี (DLC film) หรือ Diamond Like Carbon film เป็นฟิล์มคาร์บอนซึ่งมีโครงสร้างคล้ายเพชร สมบัติเด่นของฟิล์มดีแอลซีคือ มีความแข็งแรงสูง ทำให้มีการนำฟิล์มดีแอลซีไปใช้เคลือบหัวอ่าน-เขียนข้อมูล หน้าทีหลักของฟิล์มบางดีแอลซี (DLC film) ได้แก่ ป้องกันการกัดกร่อน ป้องกันการสึกกร่อน การถูกขีดถู ระหว่างหัวอ่าน-เขียนกับแผ่นบันทึกข้อมูล เป้าหมายสำคัญของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์คือ การอ่าน-เขียนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ มีความรวดเร็ว รวมถึงสัญญาณการอ่าน-เขียนข้อมูลจะต้องชัดเจน วิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการอ่าน-เขียนข้อมูลได้ คือการลดระยะห่าง ระหว่างหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟกับแผ่นข้อมูล เพื่อเพิ่มความจุข้อมูล โดยการลดความหนาของฟิล์มดีแอลซี (DLC film) ให้บางลง [1] แต่ปัญหาที่พบคือ สมบัติด้านต่างๆของฟิล์มบางดีแอลซี (DLC film) จะด้อยลง [2] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเทคนิคการเตรียมฟิล์มบางดีแอลซี (DLC film) และเปรียบเทียบสมบัติของฟิล์มดีแอลซี (DLC film) ที่ได้จากแต่ละเทคนิคว่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจและสนับสนุนการเลือกกระบวนการเตรียมฟิล์มบางดีแอลซี (DLC film) ที่เหมาะสม

ปัจจุบัน ฟิล์ม ดี แอล ซี ที่ ใ ช้ อยู่ ใน อุตสาหกรรมการผลิตหัวอ่าน-เขียน ส่วนใหญ่เป็นฟิล์มที่สร้างด้วยเทคนิค Direct Current Filtered

Cathodic Arc (DC-FCA) ความหนาประมาณ 2 นาโนเมตร ซึ่งถ้าลดความหนาลง จะมีปัญหาเรื่องความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนที่ลดลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการศึกษาเทคนิคการเคลือบฟิล์มดีแอลซีบางที่ความหนาดำกว่า 2 นาโนเมตร

รายงานฉบับนี้ ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบเทคนิคการเคลือบฟิล์มดีแอลซี ว่าเทคนิคใดสามารถนำมาใช้ในการลดความหนาของฟิล์มดีแอลซีบนหัวอ่าน-เขียนข้อมูลได้ โดยที่สมบัติเด่นด้านต่างๆยังมีประสิทธิภาพสูง เทคนิคที่จะศึกษาได้แก่ direct current filtered cathodic arc (DC-FCA), pulsed filtered cathodic arc (Pulse-FCA) และ Ion Beam Deposition (IBD) ที่ความหนา 50, 20, 5, 2.5 และ 1 นาโนเมตร เทคนิคที่จะนำวิเคราะห์ ได้แก่ เทคนิครามานสเปกโตรสโกปี (Raman spectroscopy) ใช้วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมี, การทดสอบความแข็ง (Hardness test), เทคนิคเอกซเรย์เฟล็กโตเมตรี (X-Ray Reflexometry) ใช้ศึกษาความหนาแน่นของฟิล์มด้วย และเทคนิค Acid dip test ใช้ทดสอบความต้านทานต่อการกัดกร่อน(Corrosion protection) ของฟิล์ม

2. การทดลอง

2.1 เทคนิคที่ใช้ในการเคลือบฟิล์มดีแอลซี

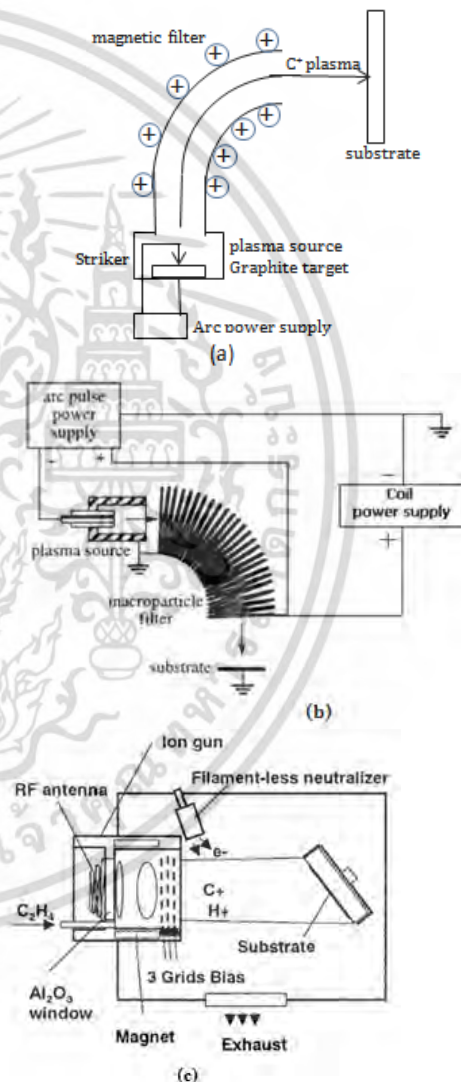
-Direct Current Filtered Cathodic Vacuum Arc (DC-FCA) หลักการทำงานของเทคนิคนี้ เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้แกรไฟต์คาโทด และแอนโนดอาร์คกันโดยการจ่ายกระแสไฟสูงเข้าไปทำให้ทั้งสองขั้วเกิดการอาร์คและเจนนีโอเรทคาร์บอนไอออนและอนุภาคคาร์บอนออกมา จากนั้นทั้งคาร์บอนไอออนและอนุภาคคาร์บอนจะเคลื่อนที่ด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางผ่านขดลวดแม่เหล็ก (magnetic coil) ทำให้คาร์บอนที่เป็นอนุภาคบางส่วนถูกกักไว้ตรงบริเวณส่วน โคงของขดลวดแม่เหล็ก (magnetic coil) จึงทำให้มีแต่คาร์บอนไอออนเป็นส่วนใหญ่มารเคลือบบนซับสเตรท

- เทคนิค Pulsed Filtered Cathodic Arc (Pulse-FCA) หลักการทำงานของเทคนิคนี้ เป็นการทำให้แกรไฟต์คาโทด และแอนโนดอาร์คกันโดยการจ่ายกระแสไฟสูงเข้าไปทำให้ทั้งสองขั้วเกิดการอาร์คและเจนนีโอเรทคาร์บอนไอออนและอนุภาคคาร์บอนออกมา ซึ่งจะคล้ายกับของเทคนิค DC-FCA แต่จะต่างกันที่รูปแบบการจ่ายกระแสในการอาร์ค ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดพลาสมา โดยเทคนิคนี้จะจ่ายแบบพัลส์ (pulse) แต่เทคนิค DC-FCA จะใช้การจ่ายแบบต่อเนื่อง (continuous) อีกทั้งกระแสที่ใช้ในการอาร์ค ของพัลส์ (pulse) ยังสูงกว่าแบบต่อเนื่อง (continuous) มาก ดังนั้นจึงส่งผลให้ความหนาแน่นของพลาสมา (plasma density) ของพัลส์ (pulse) มีค่าสูงกว่าและสม่ำเสมอกว่าแบบต่อเนื่อง (continuous) การเคลือบผิวด้วยวิธีนี้ คาร์บอนไอออนจะถูกปล่อยออกมาในแต่ละรอบของพัลส์ และเคลื่อนที่ผ่านขดลวดแม่เหล็ก (magnetic coil) เพื่อกรองอนุภาคขนาดใหญ่ออกแล้วเคลือบบนผิวซับสเตรท

- เทคนิค Ion Beam deposition (IBD) เป็นการเคลือบชั้น DLC โดยใช้ก๊าซเอทิลีนเป็นแหล่งกำเนิดไอออน (ion source) ของคาร์บอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนบนชั้นงาน ก๊าซเอทิลีนที่ถูกจ่ายเข้าไปจะถูกไอออไนซ์ (ionize) ด้วยอิเล็กตรอนที่มีพลังงาน (energetic electron) ซึ่งสร้างจากการกระตุ้นด้วยคลื่นวิทยุ ทำให้เกิดไอออนชนิดใหม่ (ionized species) เคลื่อนที่ผ่านกริด (grid) ซึ่งมีการจ่ายความต่างศักย์เข้าไป (bias voltage) ทำให้ไอออนชนิดใหม่นี้ (ionized species) ถูกเร่งให้มีพลังงานสูงขึ้นแล้วไปเคลือบอยู่บนผิวซับสเตรท



รูปที่ 1 โดอะแกรมของเทคนิคการเคลือบผิวด้วยวิธี

(a) DC-FCA [3] (b) Pulse-FCA (c) IBD [4]

2.2 การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบ

วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นซับสเตรทแสดง

รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของชั้นสเตรท และความหนาของฟิล์มดีแอลซีในแต่ละเทคนิคการทดสอบ

เทคนิควิเคราะห์	วัสดุชั้นสเตรท	ความหนาของฟิล์มดีแอลซี (นาโนเมตร)
Raman spectroscopy	AlTiC	1, 2.5, 4, 5
Hardness	Si	50
X-Ray Reflectometry	Si	20
Acid dip test	NiFe	1

ในการเตรียมฟิล์มดีแอลซีด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน 3 เทคนิค (DC-FCA, Pulse-FCA, IBD) จะต้องมีการควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆให้เหมือนกัน ดังนี้ การเคลือบฟิล์มดีแอลซีจะเคลือบในแชมเบอร์สุญญากาศที่มีความดัน 10^{-4} Pa เริ่มการทำความสะอาดพื้นผิวของชั้นสเตรทด้วยก๊าซอาร์กอน (Ar-preclean) เป็นเวลา 1 นาที เพื่อกำจัดชั้นของออกไซด์บนผิวหน้าของชั้นสเตรท จากนั้นเคลือบผิวด้วยซิลิกอนหนา 1 นาโนเมตร เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้ฟิล์มดีแอลซียึดเกาะดีขึ้น และสุดท้ายเคลือบฟิล์มดีแอลซีตามความหนาที่กำหนด

2.3 เทคนิคการวิเคราะห์

งานวิจัยฉบับนี้ ศึกษาสมบัติของฟิล์มดีแอลซี ภายใต้ความหนาและเทคนิคการเคลือบฟิล์มที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ด้วยเทคนิครามานเพื่อศึกษาโครงสร้างของฟิล์มดีแอลซี ใช้เครื่องมือของบริษัท Renishaw รุ่น Inviareflex ควบคุมค่าพลังงานของเลเซอร์ให้คงที่ที่ 20 mW เป็นเวลา 10 วินาที โดยทำการวัดค่ารามาน ในช่วง 1130 cm^{-1} ถึง 1800 cm^{-1} การทดสอบความแข็งของฟิล์มดีแอลซีด้วยเทคนิคฮาร์ดเนสส์เทส ใช้เครื่อง Hysitron รุ่น Triboindenter หัวทิปที่ใช้เป็นชนิด North star cube corner มีรัศมีปลายทิปประมาณ 50 นาโนเมตร แรงกดที่ใช้ในการทดสอบคือ 350 ไมโครนิวตัน กดเป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นเครื่องจะทำการคำนวณค่าความแข็งและค่าโมดูลัสของตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของดีแอลซีฟิล์ม ใช้เครื่องเอกซเรย์รีเฟลกโตมิเตอร์รุ่น PANalytical X'Pert Pro MRD มุมที่ใช้ในการสแกนคือ 0-10 องศา ใช้กระแส 40 มิลลิแอมป์ และความต่างศักย์ที่ 45 กิโลโวลต์ในขณะที่ทำการสแกน การทดสอบความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อน โดยการจุ่มตัวอย่างลงไปในการดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ร่องรอยการกัดกร่อนบนพื้นผิวด้วยเครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (Scanning Electron Microscope) ที่กำลังขยาย 3kV โดยนับจำนวนของจุดที่เกิดการกัดกร่อนแล้วคำนวณหาความหนาแน่นของการกัดกร่อนต่อพื้นที่

3. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของฟิล์มดีแอลซีด้วยเทคนิครามานสเปกโตรสโกปี

รูปที่ 2 กราฟเส้นทิป แสดงอัตราส่วนของอินเทนซิตีของพีค D ต่ออินเทนซิตีของพีค G (ID/IG) เทียบกับความหนาของฟิล์มดีแอลซีพบว่า ทุกเทคนิคค่า ID/IG มีแนวโน้มลดลง เมื่อฟิล์มหนาขึ้น ซึ่งเกิดจากไอออนคาร์บอนเกิดการแทรกตัว (implantation) เข้าไปในชั้นของฟิล์มในขณะที่ทำการเคลือบ แล้วเกิดการฟอร์มพันธะแบบ sp^3 ขึ้นภายในฟิล์ม [5] และเมื่อเปรียบเทียบค่า ID/IG ของแต่ละเทคนิคที่ความหนาเดียวกัน จะพบว่า ฟิล์มดีแอลซีที่เคลือบด้วยเทคนิค Pulse-FCA มีค่า ID/IG ต่ำสุด รองลงมาคือเทคนิค DC-FCA และ IBD สูงที่สุด อธิบายได้ว่าค่า ID/IG เป็นสัดส่วนอินเทนซิตีของแกรไฟต์ที่มีโครงสร้างแบบไม่สมบูรณ์ (disorder) ต่อแกรไฟต์ที่มีโครงสร้างแบบสมบูรณ์ ดังนั้นถ้าค่า ID/IG ต่ำ หมายถึง ฟิล์มที่เตรียมได้มี

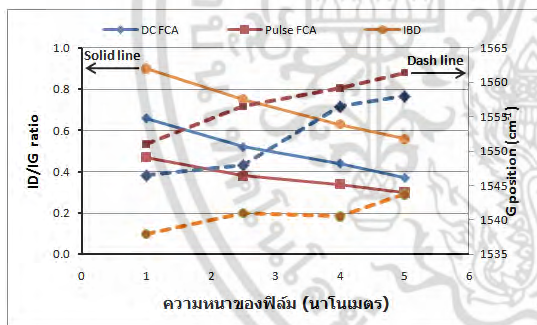
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์แบบอยู่น้อย พิล์มจึงมีคุณภาพสูง

รูปที่ 2 กราฟเส้นประ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเลขคลื่นฟีก G ของฟิล์มดีแอลซีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น โดยตำแหน่งเลขคลื่นฟีก G มีความสัมพันธ์กับสมบัติความแข็ง และความหนาแน่นของฟิล์ม เนื่องจากพันธะภายในโครงสร้างของฟิล์มเกิดการเปลี่ยนแปลงขณะเคลือบ ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าฟิล์มดีแอลซีซึ่งเคลือบด้วยเทคนิค Pulse-FCA จะแข็งแรงกว่า ฟิล์มดีแอลซีซึ่งเคลือบด้วยเทคนิค DC-FCA และ IBD

หมายเหตุ: ID หมายถึง อินเทนซิตีของแกรไฟต์ที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (disorder band)

IG หมายถึง อินเทนซิตีของแกรไฟต์ที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (graphitic band)



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าอัตราส่วน I_D/I_G และ G position เทียบกับความหนาของฟิล์มดีแอลซีที่เตรียมด้วยเทคนิคต่างๆ

3.2 ผลการทดสอบความแข็งของฟิล์มดีแอลซีด้วยเทคนิคฮาร์ดเนสส์เทส (Hardness test)

พบว่าฟิล์มดีแอลซีซึ่งเตรียมด้วยเทคนิค DC-FCA และ Pulse FCA มีสมบัติด้านความแข็งและโมดูลัสสูงกว่าฟิล์มดีแอลซีซึ่งเตรียมด้วยเทคนิค IBD ดังตารางที่ 2 ซึ่งผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิครามาน

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าความแข็งของฟิล์มดีแอลซีด้วยเทคนิคนาโนอินเดนเทนชัน

เทคนิคการเคลือบฟิล์ม	ความแข็ง (GPa)	โมดูลัส (GPa)
DC-FCA	51.32 ± 1.8	196.92 ± 2.0
Pulse-FCA	56.43 ± 2.3	202.31 ± 3.5
IBD	31.07 ± 0.7	146.12 ± 1.1

3.3 ผลการวัดความหนาแน่นของฟิล์มด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์รีฟเลกโตเมตรี (X-Ray Reflectometry: XRR)

จากตารางที่ 3 ฟิล์มดีแอลซีที่เตรียมด้วยเทคนิค Pulse-FCA มีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ ฟิล์มดีแอลซีที่เตรียมด้วยเทคนิค DC-FCA และ IBD ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยเทคนิค XRR นี้สามารถนำผลของความหนาแน่นที่ได้ไปเชื่อมโยงกับปริมาณ sp^3 ของฟิล์มดีแอลซีได้โดยมีงานวิจัยบางส่วนทำการศึกษหาปริมาณสัดส่วนของ sp^3 เมื่อความหนาแน่นของฟิล์มเปลี่ยนแปลงไป ผลที่ได้พบว่าเมื่อความหนาแน่นของคาร์บอนอะมอร์ฟัสมากขึ้น sp^3 จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย [7] ซึ่งเมื่อนำผลที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่มีสามารถแปรความได้ว่า Pulse-FCA สามารถสร้างฟิล์มดีแอลซีที่มีปริมาณ sp^3 มากที่สุดรองลงมาคือ DC-FCA และ IBD

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นของฟิล์มดีแอลซี

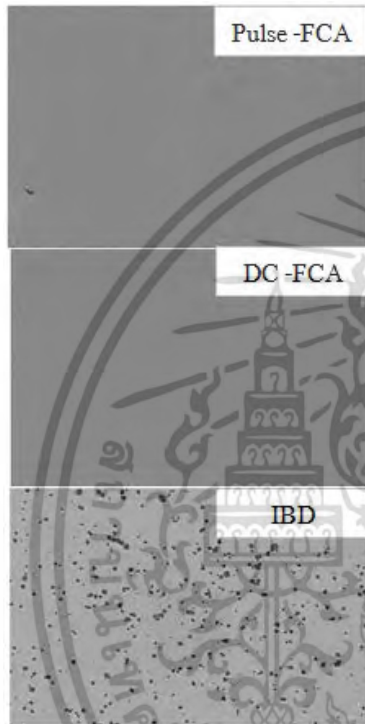
เทคนิคการเคลือบฟิล์ม	ความหนาแน่น (g/cm ³)
DC-FCA	3.07
Pulse-FCA	3.21
IBD	2.10

3.4 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการกัดกร่อนของฟิล์มดีแอลซีโดยการจุ่มกรด (Corrosion dip test)

พบว่าฟิล์มดีแอลซีซึ่งเคลือบด้วยเทคนิค DC-FCA และ Pulse-FCA สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้มากกว่าฟิล์มดีแอลซีที่เตรียมด้วยเทคนิค IBD ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นได้ว่าการกัดกร่อน (จุดสีดำ) ขึ้นจำนวนมากที่บริเวณผิวหน้าของวัสดุ निकเกิดไอรอน จุดสีดำแสดงถึงตำแหน่งที่กรดเข้าไปกัดกร่อนวัสดุ निकเกิดไอรอน และเมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มดีแอลซีที่เคลือบด้วยเทคนิค DC-FCA และ Pulse-FCA ซึ่งไม่พบว่ามีกรกัดกร่อนเกิดขึ้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพถ่าย SEM บนพื้นผิวของวัสดุ निकเกิดไอรอน หลังการทดสอบบ่มกรด

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาข้างต้น ทำให้ทราบว่าเทคนิค Pulse-FCA สามารถเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตหัวอ่าน-เขียนข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการลดความหนาของฟิล์มดีแอลซี (DLC film) บาง (ระดับต่ำกว่า 2 นาโนเมตร) บนหัวอ่าน-เขียนข้อมูลได้จริงนอกเหนือจากเทคนิค DC-FCA ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยที่ยังคงไว้ซึ่งสมบัติด้านความแข็ง ความหนาแน่นสูง และความต้านทานต่อการกัดกร่อนของฟิล์มสูง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์จาก บริษัท เวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมกับ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ซึ่งช่วยสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ferrari A C., Diamond-like carbon for magnetic storage disks, Surf Coat Technol, pp. 180-181: 190-206, 2004.
- [2] N.Yasui et al., "XPS study of ultrathin carbon films prepared by filtered cathodic vacuum arc," e-J. Surf. Sci. Nanotechnol., Vol.4, pp. 129, 2006.
- [3] J. Robertson, Thin Solid Films, pp.81, 2001.
- [4] N. Akita et al., Diamond and Related Materials Vol.10, pp.1017-1023, 2001.
- [5] J. Robertson, Diamond-like amorphous carbon, Mater. Sci. Eng., Vol.37, pp.129, 2002.
- [6] Q. Zhang, S.F. Yoon, Rusli, J. Ahn, H. Yang, D. Bahr, J. Appl. Phys., Vol.84, No.10, pp. 5538, 1998.
- [7] J. Robertson, Diamond-like amorphous carbon, Mater. Sci. Eng., Vol. 37, pp.129, 2002.