

Dissertation Title	Metrology development of diamond like carbon (DLC) thin film coating on magnetic heads for high-volume manufacturing
Dissertation Credits	48
Candidate	Mr. Chirawat srisang
Dissertation Advisor	Prof. Dr. Pichet Limsuwan
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Physics
Department	Physics
Faculty	Science
B.E.	2555

Abstract

DLC/a-Si bilayer film was deposited on germanium substrate where a-Si layer was firstly deposited on the substrate using DC magnetron sputtering. DLC layer was then deposited on the a-Si layer using pulsed filtered cathodic arc (PFCA) method. In-situ ellipsometry was used to monitor the thicknesses of the growth films, allowing a precise control over the a-Si and DLC thicknesses. The bilayer films were deposited with different DLC/a-Si thickness ratios, including 2/2, 2/6, 4/4, 6/2 and 9/6. The effect of DLC/a-Si thickness ratios on the sp^3 content of DLC was analyzed by Raman spectroscopy. The results show that a-Si layer has no effect on the structure of DLC film. Furthermore, the upper shift in G-peak position and the decrease in I_D/I_G inform that sp^3 content of the film is directly proportional to DLC thickness. The DLC/a-Si thickness ratio 9/6 was further analyzed using transmission electron microscopy (TEM) and X-ray photoelectron spectroscopic (XPS) depth profile. It was found that carbon atoms implanting on a-Si layer act not only as a carbon source for DLC formation, but also as a source for SiC formation. The Raman peak positions at 796 cm^{-1} and 972 cm^{-1} corresponded to the longitudinal optical (LO) and transverse optical (TO) phonon modes SiC, respectively, the thicknesses of bilayer films were also estimated using spectroscopic ellipsometry (SE).

In this work, DLC/a-Si bilayer film with a thickness ratio of 10/7 nm was deposited simultaneously on three types of substrate: SiO_2 , Ge, and Ta_2O_5 . The results revealed that the thickness of the growth film strongly depended on the surface energy of the substrate. The lowest thickness of a-Si layer of 5.64 nm was observed on SiO_2 substrate due to the highest substrate surface energy of SiO_2 surface. The a-Si layer thicknesses of 6.30 and 6.97 nm were observed on Ge and Ta_2O_5 , respectively. This indicates that Ge and Ta_2O_5 have lower substrate surface energy than that of SiO_2 surface. However, the DLC films deposited on each a-Si layer of three substrates have the same thickness approximately of 9.9 nm, because all of them were deposited on a-Si layer-coated substrates having the same surface energy. This information may be important for analyzing and developing bilayer protective films for future hard disk drive.

Keywords: Amorphous silicon (DLC)/ Diamond-like carbon/
Pulsed filtered cathodic arc (PFCA)/ Silicon carbide (SiC)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาการวัดฟิล์มบางคาร์บอนคล้ายเพชรบนหัวอ่าน-เขียน ในกระบวนการผลิต
หน่วยกิต	48
ผู้เขียน	นายจิรวัดน์ ศรีสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ.ดร.พิเชษฐ ลิมสุวรรณ
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	ฟิสิกส์
ภาควิชา	ฟิสิกส์
คณะ	วิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2555

บทคัดย่อ

ฟิล์มสองชั้นซึ่งประกอบด้วยฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชร(DLC) และฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอน(a-Si) ถูกเคลือบลงบนแผ่นรองรับเจอร์มาเนียม(Ge) ฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนถูกเคลือบลงบนแผ่นรองรับก่อนด้วยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง หลังจากนั้นฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชรถูกเคลือบลงบนฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนด้วยวิธีพัลส์ฟیلเตอร์คาทอดิกอาร์ค(FCA) ความหนาของฟิล์มถูกวัดและควบคุมด้วยวิธีอินซิทู-อิลิปโซเมทรี ฟิล์มสองชั้นนี้ถูกเคลือบที่อัตราส่วนความหนา(นาโนเมตร) แตกต่างกันไปประกอบด้วย 2/2, 2/6, 4/4, 6/2 และ 9/6 ผลกระทบต่อปริมาณพันธะ sp^3 เนื่องจากความแตกต่างของอัตราส่วนฟิล์มสองชั้นนี้ถูกวิเคราะห์ด้วยรามานสเปกโทรสโคปี ผลที่ได้พบว่าฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนไม่มีผลต่อโครงสร้างของฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชร ส่วนค่าตำแหน่งของพีค G (G-peak position) ที่เพิ่มขึ้น และค่าอัตราส่วนความเข้มของพีค D ต่อพีค G (I_D/I_G) ที่ลดลง แสดงว่าปริมาณพันธะ sp^3 แปรผันตรงกับความหนาของฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชร ฟิล์มสองชั้นที่อัตราส่วน 9/6 ถูกนำไปวิเคราะห์ต่อยกกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน(TEM) และเอกซเรย์สเปกโทรสโคปี(XPS) แบบวิธีเคีปโพรไฟล์(depth profile) พบว่าไม่ใช่มีเพียงแต่การเกิดคาร์บอนในฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชรที่ปลูกบนฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอน(a-Si)เท่านั้นแต่ยังพบว่ามีซิลิกอนคาร์ไบด์(SiC) เกิดขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบรามานพีคที่ 796 cm^{-1} และ 972 cm^{-1} ซึ่งตรงกับ LO (longitudinal optical) และ TO (transverse optical) โฟนอนโหมดของซิลิกอนคาร์ไบด์ตามลำดับ ความหนาของฟิล์มสองชั้นนี้ได้ถูกประมาณค่าโดยวิธีสเปกโทรสโคปี อิลิปโซเมทรี

ฟิล์มสองชั้นประกอบด้วยฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชรหนา 10 นาโนเมตร และฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนหนา 7 นาโนเมตร ถูกเคลือบลงบนแผ่นรองรับ 3 ชนิดพร้อมกันซึ่งประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์

(SiO₂) เจอมาเนียม (Ge) และแทนทาลัมเพนตะออกไซด์ (Ta₂O₅) ผลปรากฏว่าความหนาของฟิล์มที่เคลือบบนผิวรองรับทั้งสามชนิดขึ้นกับพลังงานพื้นผิวของแผ่นรองรับอย่างชัดเจน ความหนาบนแผ่นรองรับซิลิกอนไดออกไซด์ต่ำสุดของฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนมีค่าเท่ากับ 5.64 นาโนเมตร เนื่องจากมีพลังงานพื้นผิวสูงสุด ส่วนความหนาของฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนบนแผ่นรองรับเจอมาเนียมและแทนทาลัมเพนตะออกไซด์มีค่าเท่ากับ 6.30 และ 6.97 นาโนเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าแผ่นรองรับเจอมาเนียมและ แทนทาลัมเพนตะออกไซด์มีพลังงานพื้นผิวต่ำกว่าแผ่นรองรับซิลิกอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ตามความหนาของฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชรที่เคลือบบนฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนของแผ่นรองรับทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันคือ 9.9 นาโนเมตร เนื่องจากว่าฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชรนี้ถูกเคลือบลงบนฟิล์มอะมอร์ฟัสซิลิกอนซึ่งมีค่าพลังงานพื้นผิวที่เหมือนกัน ข้อมูลเหล่านี้จึงจะมีความสำคัญในการวิเคราะห์และพัฒนาฟิล์มสองชั้นที่ใช้เคลือบเพื่อการป้องกันผิวฮาร์ดดิสก์ในอนาคต

คำสำคัญ : คาร์บอนคล้ายเพชร/ ซิลิกอนคาร์ไบด์/ พัลส์ฟิลเตอร์คาทอดิกอาร์ก/ อะมอร์ฟัสซิลิกอน