ณัดติพงษ์ แก้วคำจันทร์ : การสังเคราะห์และศึกษาลักษณะของฟิล์มแม่เหล็กคาร์บอนบนทราย (SYNTHESIS AND CHARACTERIZATIONS OF MAGNETIC CARBON SAND). อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา, 52 หน้า.

ในการศึกษาครั้งนี้ ฟิล์มแม่เหล็กคาร์บอนบนทรายถูกเตรียมโดยวิธีการเคลือบด้วยไอเคมี (Chemical vapor deposition) ซึ่งใช้สารตั้งต้นในการเตรียมฟิล์มคืออะดาเมนเทน (adamantane) อะดาเมนเทนเป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุดของวัสดุที่เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างคล้ายเพชรที่เรียกว่าไดมอนดรอยด์ สารตั้งต้นอะดาเมนเทนถูกทำให้ระเหยจากนั้นปล่อยให้เคลือบลงบนทรายที่อุณหภูมิประมาณ 1,050 องศาเซลเซียส จากการวัดคุณสมบัติแม่เหล็กของฟิล์มแม่เหล็กคาร์บอนบนทรายแสดงให้เห็นถึงลักษณะฮีสเตอรีซีสซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติเฟอร์โรแมกเนติก ค่าอิ่มตัวแมกนีไตเซชันวัดที่อุณหภูมิห้องมีค่าประมาณ 72 m-emu/g โดยผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุด้วย Energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS) พบว่าไม่มีการปนเปื้อนขององค์ประกอบของวัสดุแม่เหล็ก เช่น นิกเกิล โคบอลต์ และเหล็ก ในคาร์บอนฟิล์มของเรา จากผลรามานสเปกตรัมแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอะดาเมนเทนหลังจากผ่านกระบวนเคลือบด้วยไอเคมี จากนั้นเราได้ทำการศึกษาคุณสมบัติเฟอร์โรแมกเนติกในฟิล์มคาร์บอนของเรานี้ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวที่เกิดขึ้นในฟิล์ม ตัวอย่างเช่น พันธะคาร์บอนที่ไม่สมบูรณ์ หรือที่เรียกว่า Carbon dangling bond ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาอะดาเมนเทนที่อุณหภูมิสูง โดยการศึกษาด้วยการทดสอบลดค่าความอิ่มตัวของแม่เหล็กในคาร์บอนฟิล์มของเราด้วยการสัมผัสกับความชื้นโดยใช้การต้มในน้ำเพื่อเร่งการเกาะติดระหว่างน้ำและพันธะคาร์บอนที่ไม่สมบูรณ์ในคาร์บอนฟิล์มของเรา ซึ่งค่าอิ่มตัวแมกนีไตเซชันมีการลดลงเหลือ 53 m-emu/g การลดลงของค่าอิ่มตัวแมกนีไตเซชันนี้เกิดจากการลดลงของอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวหรือพันธะคาร์บอนที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากการยึดเกาะกับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งถูกยืนยันโดยผลของรามานสเปกตรัมที่แสดงให้เห็นถึงพีคที่เป็นคุณสมบัติของน้ำ นอกจากนี้การต้มและการอบภายใต้บรรยากาศแก๊สอาร์กอนยังส่งผลต่ออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของ G พีค และ D พีคด้วย การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนนี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าอิ่มตัวแม่เหล็กและสนับสนุนสมมติฐานของเราที่ว่าความเป็นแม่เหล็กเฟอโรในคาร์บอนฟิล์มของเราอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากพันธะคาร์บอนที่ไม่สมบูรณ์ งานวิจัยนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมวัสดุคาร์บอนแม่เหล็กด้วยกระบวนการที่ราคาไม่สูง

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา ณัดติพงษ์ แก้วคำจันทร์

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

YATTIPHONG KAEOKHAMCHAN : SYNTHESIS AND CHARACTERIZATIONS OF MAGNETIC CARBON SAND. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WORAWAT MEEVASANA, Ph.D. 52 PP.

ADAMANTANE/ DIAMONDIODE/ FERROMAGNETISM/ DANGGLING BOND/ CHEMICAL VAPOR DEPORSITION

In this work, the magnetic carbon sand (MCS) has been successfully prepared by the chemical vapor deposition (CVD) using adamantane ($C_{10}H_{16}$) as a precursor. The MCS was obtained by the deposition of adamantane precursor at 1050 °C. The magnetization of MCS was measured by the vibrating sample magnetometer (VSM) with applied magnetic field in the range between -15 and 15 kOe. From the VSM results, the magnetic hysteresis loops were observed to show ferromagnetic behavior where energy dispersive x-ray measurement (EDS) showed no contamination of the common magnetic elements (i.e. Ni, Co, Fe) in our MCS. The saturated magnetization could be as high as 72 m-emu/g at room temperature. The Raman-spectroscopy measurement shows that the adamantane structure has changed after the CVD process.

We then tested the suggestions from previous studies that the observed ferromagnetism in MCS could come from the unpaired electrons in carbon (i.e. dangling bond) which could occur during the calcination process at high temperature; the test was to see if we could reduce magnetization of MCS by humidity treatment which would promote the bonding between water molecules and the unpaired electrons of MCS. The saturation magnetization of MCS was observed to be decreased from 72 m-emu/g to 53 m-emu/g after the boiling process. The decrease of magnetization could

be described by the saturation of unpaired electrons or dangling bonds where those defects are eliminated when attached to the water; this is confirmed by the Raman spectrum with presence of a water molecule peak at approximately 3651 cm^{-1}. Furthermore, both the boiling process and the annealing-in-Ar process also affect the ratios of G and D peak area (A_G/A_D). This correlates very well with the change of the measured saturated magnetization and hence supports our hypothesis that the ferromagnetism in MCS is caused by the presence of the C-dangling bonds.

Regarding the application, this work suggests an inexpensive method for preparing magnetic carbon particles and also modifying its magnetization.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics Student's Signature

Academic Year 2019 Advisor's Signature