



ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

การศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ ของอนุภาคแม่เหล็กนาโนเหล็กแพลตตินัม สำหรับการบันทึกความจุสูง



คณะนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ร่วมมือกันทำการศึกษาสารแม่เหล็กระดับนาโนชนิดใหม่สำหรับการนำไปใช้ในงานบันทึกข้อมูลแบบแข็ง (ฮาร์ดดิสก์) ให้มีความหนาแน่นของการบันทึกข้อมูลมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุสูงขึ้น รวมไปถึงการศึกษาระบวนการสังเคราะห์สารแม่เหล็กนาโนดังกล่าว โดยใช้ประโยชน์จากเทคนิคการทดลองการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน การวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการใช้แสงซินโครตรอนในการพัฒนากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์



การบันทึกข้อมูลด้วยงานบันทึกข้อมูลแบบแข็ง หรือฮาร์ดดิสก์ ยังคงมีมูลค่าเชิงพาณิชย์มหาศาล เนื่องจากราคาต่อหน่วยความจำยังคงต่ำกว่าสื่อบันทึกข้อมูลแบบอื่นๆ การวิจัยเพื่อพัฒนาให้ฮาร์ดดิสก์มีความจุสูงขึ้นถึงระดับ 10 เทระบิตต่อตารางนิ้ว อาศัยการเก็บข้อมูลแต่ละบิตลงในอนุภาคแม่เหล็กนาโนที่มีการจัดเรียงกันเป็นรูปแบบที่แน่นอน หรือเรียกว่า แพทเทิร์นมีเดีย (Patterned media) วิธีการผลิตแพทเทิร์นมีเดียมีสองแนวทาง คือ วิธีลิโธกราฟี (Lithography) และ วิธีจัดเรียงตัวเอง (Self-assembly) เทคโนโลยีที่น่าจะเป็นไปได้ที่สุดในการผลิตฮาร์ดดิสก์ความจุสูงเชิงพาณิชย์ คือ การผสมผสานวิธีทั้งสองเพื่อสร้างแผ่นแม่พิมพ์ แล้วทำการกดพิมพ์ระดับนาโน (Nano-imprinting) เพื่อผลิตแผ่นอื่นๆ จำนวนมากได้อย่างรวดเร็วโดยมีต้นทุนไม่สูงมากนัก

สำหรับฮาร์ดดิสก์ความจุสูงเช่นนี้ การบันทึกข้อมูลไม่สามารถใช้สื่อแม่เหล็กแบบดั้งเดิมได้ เนื่องจากสารแม่เหล็กทั่วไปจะสูญเสียสภาพแม่เหล็กเฟอร์โร (Ferromagnetism) เมื่อมีขนาดลดลงในระดับสปีนาโนเมตร และอยู่ในสภาพแม่เหล็กซูเปอร์พารา (Superparamagnetism) ซึ่งแมกนีไทเซชัน (Magnetization) จะเปลี่ยนทิศแบบสุ่มภายใต้อิทธิพลของพลังงานความร้อน อนุภาคเหล็กแพลตตินัม (FePt) ขนาดต่ำกว่าสิบนาโนเมตรจึงมีความพิเศษ ในแง่ที่สามารถคงสภาพแม่เหล็กเฟอร์โร ที่มีแมกนีไทเซชันคงค้างไว้ในทิศที่กำหนดแม้ปราศจากสนามแม่เหล็กภายนอก ซึ่งเป็นสมบัติที่จำเป็นในการบันทึกข้อมูล การสังเคราะห์อนุภาคนาโน FePt นิยมใช้ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง $\text{Fe}(\text{CO})_5$ และ $\text{Pt}(\text{acac})_2$ ในตัวทำละลาย เช่น Benzyl ether โดยใช้ 1,2 hexadecan-diol เป็นตัวรีดิวซ์ และ Oleic acid /





ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

Oleylamine เป็นสารเคลือบผิว อะตอมเหล็ก และแพลตตินัมที่ได้จากการสังเคราะห์มีโครงสร้างแบบ Face-centered cubic (fcc) ที่ยังคงแสดงสมบัติแม่เหล็กซูเปอร์พารา ต้องผ่านการให้ความร้อนจึงเกิดการเปลี่ยนเฟสเป็น Face-centered tetragonal (fct) พร้อมทั้งเกิดสมบัติแม่เหล็กเฟอร์โร ปัญหาที่ยังคงต้องการการค้นคว้าและพัฒนา คือ $\text{Fe}(\text{CO})_5$ มีความเป็นพิษสูง และมีจุดเดือดต่ำ ทำให้ควบคุมอัตราส่วนอะตอมเหล็กต่อแพลตตินัมได้ยาก

คณะผู้วิจัยได้สังเคราะห์อนุภาคนาโน FePt โดยใช้วิธี Modified Polyol Process ที่มี $\text{Fe}(\text{acac})_3$ และ $\text{Pt}(\text{acac})_2$ เป็นสารตั้งต้น ซึ่งกระบวนการนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ $\text{Fe}(\text{CO})_5$ และทำการศึกษาโครงสร้างระดับอะตอมของอนุภาคเหล่านี้ ด้วยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (X-ray absorption spectroscopy หรือ XAS) จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ผลการวิเคราะห์นำไปสู่ข้อมูลซึ่ง

สนับสนุนสมมติฐานที่ว่า กระบวนการเกิดอนุภาคจาก Modified Polyol Process มีขั้นตอนแตกต่างไปจากกรณีใช้ $\text{Fe}(\text{CO})_5$ เป็นสารตั้งต้น คือ มีการเกิดอนุภาคที่มีอัตราส่วนแพลตตินัมสูงขึ้นก่อน ส่วนอะตอมเหล็กหรือเหล็กออกไซด์เกิดขึ้นอยู่ที่ผิวของอนุภาค จากนั้นจึงแพร่เข้าสู่อนุภาคกลายเป็นอนุภาคเหล็กแพลตตินัมในภายหลัง อนุภาคที่ได้จากการสังเคราะห์จึงอาจอยู่ในสภาวะเฟสผสมของเหล็กแพลตตินัมและเหล็กออกไซด์

ดังนั้นการศึกษาสเปกตรัม XAS โดยใช้แสงซินโครตรอนทำให้เข้าใจกลไกการเกิดอนุภาคและองค์ประกอบของอนุภาคในระยะต่างๆ ซึ่งจะนำไปสู่การควบคุมอัตราส่วนของเหล็กและแพลตตินัมจากกระบวนการสังเคราะห์ และการให้ความร้อนเพื่อให้ได้สมบัติที่เหมาะสมกับการใช้บันทึกข้อมูล และผลงานวิจัยนี้จะเป็นรากฐานการวิจัยผลิตสื่อแม่เหล็กความจุสูงในประเทศไทย ซึ่งเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ที่ใหญ่ที่สุดของโลก

นายคมกริช โชคพระสมบัติ¹, รศ. ดร. ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล¹, ผศ. ดร. พิมพ์กา ฮาร์ดิง¹

น.ส. สุจิตรา จันดาร์กษ² และ ผศ.ดร. รัตติกร ยี่มนิรันุ³

¹สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

²สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

³สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

Chokprasombat , K., Sirisathitkul , C., Harding, P., Chandarak ,S. and Yimnirun ,R. "Synchrotron X-Ray Absorption Spectroscopy Study of Self-Assembled Nanoparticles Synthesized from $\text{Fe}(\text{acac})_3$ and $\text{Pt}(\text{acac})_2$ " Journal of Nano materials, 2012 (2012), Article ID 758429, doi:10.1155/2012/758429.