สิริพร ธิกันทา : ผลกระทบของการละลายที่มีผลต่อโครงสร้างทางจุลภาคของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ (THE EFFECT OF DISSOLUTION ON MICROSTRUCTURE OF MAGNESIUM OXIDE THIN FILM) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุดเขตต์ พจน์ประไพ, 116 หน้า.

การลดลงของความหนาของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO thin film) เนื่องจากการละลายน้ำในระหว่างกระบวนการผลิต เป็นปัญหาร้ายแรงสำหรับเซนเซอร์แม่เหล็กที่ใช้ฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์เป็นส่วนประกอบ อาทิ เซนเซอร์หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Hard disk drives, HDDs) ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการละลายและการคายน้ำของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์

ในส่วนแรก วิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของบรรยากาศก๊าซต่าง ๆ เช่น ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีผลต่อพฤติกรรมการละลายของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ ผลจากการวิจัยพบว่า ฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ดูดซับโมเลกุลของน้ำเข้าสู่ชั้นในของฟิล์มและเปลี่ยนองค์ประกอบทางเคมีเป็นแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($Mg(OH)_2$) และเมื่อชั้นไฮดรอกไซด์เหล่านี้ได้สัมผัสกับน้ำ จะเกิดเกิดการละลายโดยการปล่อยแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ลงสู่น้ำ ส่งผลให้ความหนาของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ลดลง โดยพบว่าความหนาของฟิล์มจะลดลงเพียงเล็กน้อยภายใต้บรรยากาศก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจน แต่จะลดลงอย่างมากในการละลายภายใต้บรรยากาศก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สาเหตุเนื่องมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำและสร้างกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) และ/หรือกรดไบคาร์บอเนต (HCO^{3-}) ขึ้น ส่งผลให้ความเป็นกรดด่างของน้ำลดลง ดังนั้นอัตราการละลายของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงสูงกว่าก๊าซออกซิเจนและไนโตรเจน ที่ไม่มีการสร้างปฏิกิริยากับน้ำ

เพื่อเพิ่มความเข้าใจพฤติกรรมการละลายของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ให้มากขึ้น ในส่วนต่อมา วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณภูมิของน้ำต่อการละลายของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ จากการศึกษาพบว่านอกจากบรรยากาศก๊าซแล้ว อุณหภูมิของน้ำก็เป็นหนึ่งในตัวแปรที่สำคัญที่สามารถส่งผลต่อพฤติกรรมการละลายได้ โดยผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าความหนาของฟิล์มแมกนีเซียมออกไซด์จะลดลงมากขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำ จะส่งผลให้พลังงานจลน์ของโมเลกุลของน้ำสูงขึ้น จึงนำไปสู่อัตราการละลายที่สูงขึ้น

นอกเหนือจากการศึกษาปฏิกิริยาการละลายของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์แล้ว ในวิทยานิพนธ์นี้ยังแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการคายน้ำของฟิล์มบางแมกนีเซียมออกไซด์ โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าฟิล์มบางจะสร้างกลุ่มก้อนขึ้นมาบนผิวฟิล์มหลังจากที่ถูกเปิดให้สัมผัสกับความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ความหยาบ และความหนาของฟิล์มเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ฟิล์มถูกอบอ่อน (Anneal) ที่สภาวะต่างๆ แล้ว จำนวนของกลุ่มก้อน ความหยาบของผิว และความหนาของฟิล์มกลับลดลง เมื่ออุณภูมิถูกเพิ่มสูงขึ้น โดยจะพบว่าที่การอบอ่อนที่ 400 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอน จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการที่จะทำให้ความหยาบผิว และความหนาของฟิล์มฟื้นตัว ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่ก๊าซเฉื่อยอาร์กอนทำตัวเสมือนชั้นที่ปกป้องผิวฟิล์มจากสิ่งเจือปน และ/หรือ ความชื้นจากอากาศโดยรอบที่อาจจะทำปฏิกิริยากับฟิล์มในระหว่างที่ฟิล์มถูกอบอ่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเซรามิก
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

SIRIPORN TIGUNTA : THE EFFECT OF DISSOLUTION ON MICROSTRUCTURE OF MAGNESIUM OXIDE THIN FILM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOODKHET POJPRAPAI, Ph.D., 117 PP.

MAGNESIUM OXIDE/THIN FILM/MAGNETIC TUNNELING JUNCTIONS/DISSOLUTION/DEHYDRATION

Dissolution of the magnesium oxide (MgO) thin film in water during the manufacturing process can thin the thickness of the film. This is a critical problem for magnetic sensors containing MgO thin film such as the read head sensors of hard disk drives (HDDs). Therefore, this thesis aims to investigate the dissolution and dehydration behavior of the MgO thin film.

The thesis first investigates the influence of the gas atmospheres including nitrogen gas (N_2), oxygen gas (O_2) and carbon dioxide gas (CO_2) on the dissolution behavior of the MgO thin film. Results reveal that the MgO thin film absorbs molecules of water into its inner layer and transforms its chemical composition into $Mg(OH)_2$ after being exposed to deionized water. These $Mg(OH)_2$ layers could dissolve by releasing Mg^{2+} ions and OH^- ions into water resulting in the decrease of the film thickness. It is found that the thickness of the film slightly decreases in the sample with N_2 and O_2 atmosphere while that decreases considerably in sample with CO_2 atmosphere. This is because CO_2 reacts with water and generates carbonic acid (H_2CO_3) and/or bicarbonate acid (HCO^{3-}) leading to the reduction of pH. Consequently, the dissolution rate of the film under CO_2 atmosphere is much faster than that under O_2 atmosphere while N_2 has no reaction with water.

To expand our understanding of the dissolution behavior of the MgO thin film, the effect of water temperature on the dissolution of the film was investigated. It is found that temperature is one of the crucial factors that strongly influence the dissolution behavior of the film. Results reveal that the thickness of the film decreases with an increase in water temperature. This is because the increase of water temperature can increase the kinetic energy of water molecules leading to an increase in the dissolution rate of the film.

Besides the investigation of the dissolution reaction of the MgO thin film, this thesis demonstrates the dehydration behavior of the MgO thin film. Results indicate that the MgO thin film creates clusters over its surface after being exposed to a humid environment for 24 hours. This results in an increase of surface roughness and thickness of the film. However, after the films were annealed at various conditions, the number of clusters and the surface roughness and thickness of the film decreased with an increase of the annealing temperature. It is found that the annealing at 400°C in Ar atmosphere efficiently recovers the surface roughness and thickness of the MgO thin film. The possible reason could be that the inert Ar gas may act as a protective layer that prevents contamination and/or humidity from the air which may react with the film during the annealing.

School of Ceramics Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature